

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПЕДАГОГА: КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД

Стечкевич О. О.

*кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри педагогіки та інноваційної освіти
Національний університет «Львівська політехніка»
вул. Степана Бандери, 12, Львів, Україна
orcid.org/0000-0002-2194-8787
olegykste@gmail.com*

Ключові слова: *моделювання, система, формування, цифрова компетентність педагога, концептуальний підхід, мікро модель, мезомодель, макромодель.*

У статті описано концептуальну схему моделювання системи формування цифрової компетентності педагога. Визначено теоретичні основи концепції моделювання (філософські передумови, методологічні засади, контекст андрагогічного підходу, принципи та ключові поняття, комплексний підхід до поняттєвого апарату тощо). Визначено пріоритетні концептуальні засади формування системи цифрової компетентності педагога (інтеграції цифрових та педагогічних компетентностей педагогів, багатомірності, використання матричних структур, рівності, полігональності для побудови триад як елементів системи, розгортання у гексаграмні структури, фрактальності, формалізації та прогностичності). Визначено концептуально важливі загальнонаукові підходи (інтегративний, синергетичний, системний, андрагогічний, аксіологічний, компетентнісний), принципи (пріоритету людського чинника; комфортності освітнього середовища; цілісності; системності; відтворюваності; природовідповідності; адаптивності; варіативності; співробітництва; єдності всіх форм навчання і самоосвіти), базові закономірності (цілеспрямованої системності процесу навчання на засадах синергетичного підходу, взаємодії формальної, неформальної та інформальної цифрової освіти педагога, інтегративності змісту) формування цифрової компетентності педагога. Виявлено особливості формування цифрової компетентності педагога в умовах неформальної освіти. Доведено, що у побудові ієрархічних моделей системи формування цифрової компетентності педагога доцільно використовувати підхід «структура – система – функція», де системотвірним елементом є мета, тобто цілі системи (цифрове навчання) є частиною цілей всієї мега системи (професійна підготовка педагогів), а концептуальна модель доповнюється оволодінням цифровими технологіями, що дає змогу конкретизувати загальні цілі педагогічної освіти до цілей цифрової підготовки. Обґрунтовано вибір ланцюжка моделей, кожна з яких реалізує один або декілька підходів до цифрової освіти у підготовці педагогів: мікро моделі (кібернетична та структурна), мезомоделі (фрактальна та організаційна) та макромоделі (синергетична та функціональна), які інтегруються в узагальнюючу, імітаційну модель, яка впроваджується у реальний навчальний процес.

MODELING OF A TEACHER'S DIGITAL COMPETENCE FORMATION SYSTEM: A CONCEPTUAL APPROACH

Stechkevych O. O.

*Candidate of Pedagogical Science,
Associate Professor at the Department of Pedagogy and Innovative Education
National University "Lviv Polytechnic"
Stepan Bandera str., 12, Lviv, Ukraine
orcid.org/0000-0002-2194-8787
olegykste@gmail.com*

Key words: *modeling, system, formation, teacher's digital competence, conceptual approach, micro model, meso model, macro model.*

The article describes the conceptual scheme of modeling the system of formation of the teacher's digital competence. The theoretical foundations of the concept of modeling are determined (philosophical prerequisites, methodological principles, the context of the andragogic approach, principles and key concepts, a comprehensive approach to the conceptual apparatus, etc.). The priority conceptual principles of the formation of the teacher's digital competence system are determined (integration of teachers' digital and pedagogical competences, multidimensionality, use of matrix structures, evenness, polygonality for building triads as elements of the system, unfolding into hexagram structures, fractality, formalization and prognosticity). There are defined conceptually important general scientific approaches (integrative, synergistic, systemic, andragogic, axiological, competence), principles (priority of the human factor; comfort of the educational environment; integrity; systematicity; reproducibility; naturalness; adaptability; variability; cooperation; unity of all forms of learning and self-education), basic regularities (purposeful systematicity of the learning process based on a synergistic approach), interaction of formal, informal and informal digital education of the teacher, integrative content of the formation of the teacher's digital competence. The peculiarities of the formation in the conditions of non-formal education are revealed. It is proven that in the construction of hierarchical models of the system of formation of the teacher's digital competence, it is advisable to use the "structure – system – - function" approach, where the system-creating element is the goal, that is, the goals of the system (digital learning) are part of the goals of the entire mega system (professional training of teachers), where the conceptual model is complemented by the mastery of digital technologies, which makes it possible to specify the general goals of pedagogical education to the goals of digital training. The choice of a chain of models, each of which implements one or more approaches to digital education in the training of teachers: micromodels (cybernetic and structural), mesomodels (fractal and organizational) and macromodels (synergistic and functional), which are integrated into a generalizing, simulation model, which is introduced into the real educational process.

Постановка проблеми. Моделювання є універсальним способом отримання, опису та використання знань, яке використовують практично у всіх галузях діяльності. У сучасній науці роль і значення моделювання стають щораз важливішими, збагачуючись досвідом багатьох наук. Моделювання реальних, нелінійних систем може подолати розрив між предметними знаннями та реальними процесами, включаючи мислення.

Загалом, моделювання – це метод системного аналізу. Це означає, що побудова правильних і адекватних моделей підсистем системи (субмоделей) та їх логічне і коректне поєднання не гарантує коректності моделі всієї системи. Причина цього полягає у наявності такої властивості як емерджентність великих складних систем, зокрема соціальних. Емерджентність в теорії систем – це наявність у системи особливих властивостей, які

не властиві підсистемам або блокам і які існують в сумі елементів, не пов'язаних системотвірними зв'язками.

Для моделювання системи формування цифрової компетентності педагогів бажано забезпечити повноту опису суттєвих елементів структури діяльності за заданих умов та обмежень, спираючись на теоретично визначену модель професійної діяльності, що ґрунтується на принципах системно-діяльнісного підходу. Найбільш поширеним методом представлення моделі структури системи є деревоподібна ієрархічна структура, тобто дерево цілей професійної діяльності. Простір цілепокладання визначається різними системами, які мають значний вплив на характер і зміст професійної діяльності. Рамка цифрової компетентності для педагогів є керівництвом для всіх освітян і дослідників. Рамка визначає сфери цифрової компетентності, надає дескриптори для кожного елемента, допомагає визначити рівні володіння та наводить додаткові приклади її застосування, а також слугує загальним орієнтиром для побудови конкретних моделей.

Аналіз останніх публікацій. На основі аналізу якісних даних було визначено сім категорій, пов'язаних з потребою в підтримці, за такими напрямками [8]: розвиток основних цифрових компетенцій, навички використання платформ електронного навчання, посилення знань щодо використання базового обладнання, такого як інтерактивні дошки тощо, підвищення обізнаності та навичок правильного використання освітнього програмного забезпечення, інформаційна підтримка освітнього програмного забезпечення, доступ до OER, посилення процесу LLL, покращення доступу до IT-інфраструктури.

Як зауважує Ф. Рокенес [7], у сучасних умовах існує необхідність підготовки майбутніх педагогів до викладання різних дисциплін із використанням цифрових технологій педагогічними, дидактичними та інноваційними способами. Підготовка педагогів також повинна включати застосування більш складних аспектів цифрової компетентності, зокрема дидактичну компетентність в галузі інформаційно-комунікаційних технологій, стратегії інформаційного навчання та цифрове програмне забезпечення Bildung. Ці елементи складають професійну цифрову компетентність педагогів, що стала важливою передумовою викладацької діяльності.

Дослідження пов'язане з проектом «Педагоги майбутнього в інформаційному суспільстві – між парадигмами ризику та можливостей» [6], відобразило навчальні стратегії, які сприяють розвитку базової цифрової грамотності. Результати концептуалізовано теоретичними рамками: моделлю цифрових компетенцій (DC) [9], а також

моделлю п'яти основних компетенцій (5C) і фреймворку DigComp [5]. У цих роботах результати великої вибірки та думки експертів продемонстрували, що педагоги перебільшували певні свої компетенції (пошук знань, фотовізуальне мислення, соціоемоційне навчання, конструювання знань), тоді як інші компетенції були значно менш поширені (мислення в реальному часі, розгалужена грамотність і навички вирішення проблем).

Г. Федорук [4] відзначає, що вершина творчої реалізації цифрової компетентності у професійній педагогічній діяльності проявляється у: використанні розроблених самотужки електронних освітніх ресурсів у навчальній діяльності; розробці та реалізації мережевих освітніх ініціатив для учнів із предметних, міжпредметних, соціально значимих галузей знань; активному застосуванні дистанційних освітніх технологій навчання учнів із метою забезпечення їхньої продуктивної навчальної та позанавчальної пізнавальної діяльності; підготовці педагогічних та оформленні власних методичних матеріалів для обміну досвідом із колегами під час майстер-класів, семінарів, нарад, що проводяться як в очній, так і дистанційній формі.

У дослідженні ми також спиралися на результати наукових праці щодо моделювання інформаційно-освітнього середовища розвитку громадянської компетентності вчителя на основі підходів Ради Європи (О. Гриценчук, [1]), опис цифрової компетентності педагогічного працівника (Н. Морзе [2]), використання комп'ютерного моделювання для розвитку інформаційно-цифрової компетентності у майбутніх учителів (В. Стома [3]) та ін.

Мета статті – обґрунтувати теоретичні базові засади та концептуальну схему моделювання системи формування цифрової компетентності педагога.

Виклад основного матеріалу. Ми розглядаємо цифрову освіту як складну, масштабну систему, поведінка якої залежить від численних чинників різної природи. Моделювання її як однієї такої системи не дає повного знання про цю систему, навіть якщо модель дуже складна. Адже моделювання універсалізується і в певному сенсі стає синонімом пізнання. Таке пізнання виражає особливості сучасного етапу досліджень, пов'язаного з об'єднанням строгих і нестрогих методів, формальних і неформальних, а також неперервності і переривчастості в процесі отримання нової інформації. Сьогодні найбільш узагальнений підхід до моделювання пов'язаний з розвитком систематичних досліджень у поєднанні з методологіями моделювання.

Теоретичною базою для побудови моделі формування цифрової компетентності педагога слу-

гували розроблені автором такі положення щодо формування цифрової компетентності педагога:

- ключові поняття: спілкування, гармонійності, інтерактивності, аксіологічності, взаємодії засобами цифрових технологій, конструктивізму, єдності формальної, неформальної та інформальної освіти, неперервності професійного розвитку, професійної спрямованості, професійної доцільності, перенесення цифрових навичок з однієї сфери до іншої;

- філософські передумови: урахування особливостей інформаційного суспільства та віртуальної реальності; обґрунтування органічної єдності філософії освіти та філософії техніки; оптимізація співвідношення класичного і цифрового компонентів у змісті освіти; людиномірність як пріоритет освіти; урахування філософських законів, методів та категорій і їх конкретизації;

- методологічні засади: синергетика та теорія систем як вихідна методологічна основа; єдність методології та парадигми освіти; багатомірність навчального процесу; цінності; конструктивістський, прагматичний та ергономічний підходи; методологія управління педагогічними системами; інтеграція та диференціація в контексті андрагогічного підходу;

- дидактичні принципи: пріоритету людського чинника, комфортності освітнього середовища, системності, природовідповідності, варіативності, співробітництва; єдності всіх форм навчання і самоосвіти;

- загальнонаукові підходи: інтегративний, синергетичний, системний, андрагогічний, аксіологічний, компетентнісний;

- закономірності: цілеспрямованої системності процесу навчання на засадах синергетичного підходу, взаємодії формальної, неформальної та інформальної цифрової освіти педагога, інтегративності змісту;

- концептуальні засади: інтеграції цифрових та педагогічних компетентностей педагогів, багатомірності, використання матричних структур, рівності, полігональності для побудови триад як елементів системи, розгортання у гексаграмні структури, фрактальності, формалізації та прогностичності;

- особливості формування цифрової компетентності педагога в умовах неформальної освіти: цілеспрямована мотивація педагогів до підвищення рівня цифрової компетентності; можливість обрання послідовності дій щодо розвитку; забезпечення структурної організації і відповідного середовища; забезпечення кадрового складу організації та навчання; забезпечення змістового аспекту; теоретичне обґрунтування та практична реалізація наскрізної інтеграції змісту, методів та організаційних форм навчання педагогів; сти-

мулювання творчості у розвитку цифрової компетентності педагога; забезпечення різноманітності вибору шляхів індивідуального навчання; перехід від традиційного оцінювання до постійного зворотного зв'язку викладача та слухача; дидактичне та науково-методичне забезпечення процесу; забезпечення перспектив розвитку системи формування цифрової компетентності педагога;

- базові характеристики системи: категорії стану та конструювання системи, спосіб існування системи; характер детермінації та взаємодії елементів тощо.

Сукупність базових характеристик дозволяє визначити систему формування цифрової компетентності педагога як синергетичну інтегративну систему з фрактальною структурою.

Ми пропонуємо будувати ланцюжки моделей різного розміру та властивостей, які разом складають динамічну складну систему з властивостями самоорганізації. Кожна модель реалізує один або декілька підходів до цифрової освіти у підготовці педагогів.

Побудовано ланцюжок підсистем за масштабами об'єкта моделювання (мікромасштабну, мезомасштабну та макромасштабну), оскільки за рівнем побудови системи вона є тринарною, тобто складається з фрактальних трикутників (рис. 1).



Рис. 1. Ланцюжок моделей формування цифрової компетентності педагога

Структурна модель передбачає можливість переведення теоретичних положень у реальні структури, тобто професійну діяльність. Структурний підхід дозволяє визначити зміст цифрової

освіти у професійній діяльності педагогів та відображає його структуру. Системний підхід до вирішення різних проблем має низку переваг, а саме: підвищує точність розв'язання проблеми, сприяє отриманню кращих результатів, ніж це було б можливо в іншому випадку, інтегрує результати, отримані в окремих дисциплінах тощо.

Моделювання системи формування цифрової компетентності педагога базується на зміщенні акценту з детермінованих систем на недетерміновані, з урахуванням властивостей ентропії та надійності системи.

Розглянемо приклад кібернетичного моделювання взаємозв'язку між двома системами: «підготовка педагогів – цифрова освіта». Вважається, що дії кожної сторони системи обумовлені діями іншої системи. У складних взаємовідносинах система підготовки педагогів зосереджується виключно на труднощах взаємодії з цифровою освітою і зводить цифрову освіту до мінімуму, виходячи виключно з прагматичних інтересів. Таке сприйняття конфлікту між системами в кінцевому підсумку призводить до ізоляції систем, завдаючи непоправної шкоди кожній з них.

Коли кожна система шукає причини негативної поведінки іншої, функціонування системи стає ще більш складним. Образно кажучи, коли інформатики нехтують професійною підготовкою педагогів і зосереджують усю свою увагу на формуванні суто цифрових знань, а педагоги, навпаки, нехтують цифровими знаннями і лише зрідка використовують цифрове обладнання, обидві системи одночасно, але почергово послаблюються в часі. Вирішення цього конфлікту полягає у взаєморозумінні обох систем, що дасть змогу керувати ними одночасно і гарантувати відносно стабільну якість як цифрової, так і педагогічної освіти.

Фрактальна модель системи формування цифрової компетентності педагога базується на визначенні кореляції між вхідними та вихідними функціями і моделює професійну діяльність. В даному випадку, за аналогією з цифровими структурами управління освітою в підготовці педагогів, моделюється система.

Базові результати, досліджені на простих цифрових моделях, складають основу синергетичного

світогляду. Робляться спроби побудови гіпотетичних моделей розвитку процесів у складних середовищах. Це означає, що процеси можуть відбуватися не в реальному світі, а в якомусь відкритому, нелінійному середовищі. Дійсно, розгляд таких випадків є мисленнєвим експериментом. Тобто з огляду на синергетичне бачення світу, робляться припущення про те, якого розвитку процесів можна очікувати. При аналітичному описі системи формування цифрової компетентності педагога розглядаються лише найважливіші змінні, а у співвідношеннях, що описують поведінку соціальної системи, використовується лише вибрана кількість комбінацій змінних.

Функціональна модель імітує використання цифрових знань і навичок у професійній діяльності педагогів. Модель ґрунтується на принципі функціональної залежності і представлена інтеграцією та залежністю функцій окремих підсистем або їхніх аспектів. В основу моделі покладено загальнонауковий діяльнісний підхід, суть якого полягає в тому, що психіка людини не тільки проявляється, а й формується в діяльності.

Висновки. У концептуальній схемі моделювання системи формування цифрової компетентності педагога узагальнено теоретичні основи концепції моделювання, визначено пріоритетні концептуальні засади, загальнонаукові підходи та основні принципи, а також базові закономірності цілеспрямованої системності процесу навчання на засадах синергетичного підходу, взаємодії формальної, неформальної та інформальної цифрової освіти педагога, інтегративності змісту тощо. Обґрунтовано вибір ланцюжка моделей, кожна з яких реалізує один або декілька підходів до цифрової освіти у підготовці педагогів: мікромоделі (кібернетична та структурна), мезомоделі (фрактальна та організаційна) та макромоделі (синергетична та функціональна), які інтегруються в узагальнюючу, імітаційну модель, яка впроваджується у реальний навчальний процес.

До подальших напрямів дослідження відносимо розробку інтегральної моделі системи формування цифрової компетентності педагога на основі інтеграції ланцюжкових моделей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гриценчук О. Цифрові компетентності: їх складники та сутність. *Моделювання цифрового навчального середовища закладу загальної середньої освіти*: зб. матеріалів всеукр. наук.-практ. семінару (Київ, 5 березня 2020 р.). Київ: Інститут інформ. технологій і засобів навчання НАПН України, 2020. С. 22–26.
2. Морзе Н. Опис цифрової компетентності педагогічного працівника (проект). *Відкрите освітнє середовище сучасного університету*. 2019. Спецвип. С. 5.
3. Стома В.М. Використання комп'ютерного моделювання для розвитку інформаційно-цифрової компетентності у майбутніх учителів природничо-математичних спеціальностей. *Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця (НПК-2018)*: матеріали

Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Суми, 6–7 грудня 2018 р.). Суми: [ФОП Цьома С. П.], 2018. Ч. 2. С. 94–97.

4. Федорук, Г.М. Формування інформаційно-комунікаційної компетентності майбутніх учителів технологій у процесі професійної підготовки : дис. канд. пед. наук : 13.00.04 ; Вінницький держ. пед. ун-т імені Михайла Коцюбинського. Вінниця, 2015.
5. Ferrari A. IGCOMP: A Framework for Developing and Understanding. *Digital Competence in Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 46 p.
6. Kasperski R., Porat E., Blau I. Teaching digital literacy: is there a consistency between teachers' perspectives and actual pedagogy? *Technology Pedagogy and Education*. 2022. Vol. 3. № 5. Pp. 615–635.
7. Rokenes, F. M. (2016). Preparing Future Teachers to Teach with ICT: Thesis for the Degree of Philosophiae Doctor / Norwegian University of Science and Technology. Trondheim, 2016. 328 p.
8. Tomczyk Ł. What kind of support for digital competence development do pre-service teachers expect? *Information Systems Education: Proceedings of the Information Systems Education Conference*. Chicago, 2022. Pp. 72–85. PPN/BEK/2020/1/00176. ISECON 2022.
9. What is Digital Transformation? URL: <http://www.theagileelephant.com/what-is-digital-transformation/>.

REFERENCES

1. Hrytsenchuk O. Tsyfrovі kompetentnosti: yikh skladnyky ta sutnist. [Digital competences: their components and essence]. *Modeliuvannia tsyfrovoho navchalnoho seredovyschcha zakladu zahalnoi serednoi osvity: zb. materialiv vseukr. nauk.-prakt. seminaru* (Kyiv, 5 bereznia 2020 r.). Kyiv: Instytut inform. tekhnolohii i zasobiv navchannia NAPN Ukrainy, 2020. S. 22–26. [In Ukrainian]
2. Morze N. Opys tsyfrovoi kompetentnosti pedahohichnoho pratsivnyka (proekt). [Description of a pedagogical worker's digital competence]. (project). *Vidkryte osvितnie e-seredovyschche suchasnoho universytetu*. 2019. Spetsvyp. S. 5. [In Ukrainian]
3. Stoma V. M. Vykorystannia kompiuternoho modeliuvannia dlia rozvytku informatsiino-tyfrovoi kompetentnosti u maibutnikh uchyteliv pryrodnycho-matematychnykh spetsialnostei. [The use of computer modeling for the development of information and future teachers' digital competence in natural and mathematical specialties]. *Naukova diialnist yak shliakh formuvannia profesiinykh kompetentnosti maibutnoho fakhivtsia* (NPK-2018): materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (m. Sumy, 6–7 hrudnia 2018 r.). Sumy: [FOP Tsoma S. P.], 2018. Ch. 2. S. 94–97. [In Ukrainian]
4. Fedoruk, H. M. *Formuvannia informatsiino-komunikatsiinoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv tekhnolohii u protsesi profesiinoi pidhotovky*: [Formation of future technology teachers' information and communication competence in the process of professional training]: dys. kand. ped. nauk: 13.00.04 / Vinnytskyi derzh. ped. un-t imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Vinnytsia, 2015 [In Ukrainian].
5. Ferrari A. IGCOMP: A Framework for Developing and Understanding. *Digital Competence in Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 46 r.
6. Kasperski R., Porat E., Blau I. Teaching digital literacy: is there a consistency between teachers perspectives and actual pedagogy? *Technology Pedagogy and Education*. 2022. Vol. 3. № 5. Rr. 615–635 [In English].
7. Rokenes, F. M. (2016). Preparing Future Teachers to Teach with ICT: Thesis for the Degree of Philosophiae Doctor / Norwegian University of Science and Technology. Trondheim, 2016. 328 p. [In English].
8. Tomczyk Ł. What kind of support for digital competence development do pre-service teachers expect? *Information Systems Education: Proceedings of the Information Systems Education Conference*. Chicago, 2022. Rr. 72–85. PPN/BEK/2020/1/00176. ISECON 2022 [In English].
9. What is Digital Transformation? URL: <http://www.theagileelephant.com/what-is-digital-transformation/> [In English].