

technologies used in the process of interactive learning can cause a shift of attention from the subject to the means of its study. We suggest that in the process of teaching a complex of social work subjects, students' life experience should be taken into account, and the importance of activity and value components in the process of acquiring a future profession should be meaningfully revealed. The necessity of the teacher's perfect mastery of modern information and communication technologies of education and training is proven.

**Key words:** teacher, interactive method, social work, future social worker, dialogue, discussion, dispute.

### Reference (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Sotsialna robota: navchalnyi entsyklopedychnyi slovnyk-dovidnyk / za naukovoïu red. d. s. n., prof. V. M. Pichi. Vyd. 4-tie, vypr., pererob. i dopovn. Lviv: «Naukovyi svit - 2000». 2020. 618 s.
- [2] Holovchenko H. O. Mediaosvita u SSHA i Kanadi: teoriia i praktyka: monohrafiia / red. N. H. Nychkalo. Kyiv : TOV Yurka Liubchenka, 2020. 464 s.
- [3] Vasianovych H. P., Lohvynenko V. M., Kostyshyn E. I. Etyka ta akademichna dobrochesnist v osviti y nautsi: navchalnyi posibnyk. Lviv: FOP Korpan B. I., 2023. 126 s.
- [4] Pedahohichna maisternist: Pidruchnyk / I. A. Ziaziun, L. V. Kramushchenko, I. F. Kryvonos ta in.; Za red. I. A. Ziaziuna. 3-tie vyd., dopov i pererob. Kyiv: SPD Bohdanova A. M, 2008. 376 s.
- [5] Vashchenko H. H. Zahalni metody navchannia: pidruchnyk dlia pedahohiv. Kyiv: Ukr. Vyd. spilka, 1997. 441 s.
- [6] Vitvitska S. S. , Andriichuk N. M. Osnovy pedahohiky vyshchoi shkoly / Fundamentals of Higher School Pedagogy: Bilinhvalnyi navchalno-metodychnyi posibnyk dlia studentiv zakladiv vyshchoi osvity. 2-he vyd. pererob. i dop. Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU, 2019. 312 s.
- [7] Horokhivska T. M. Rozvytok profesiino-pedahohichnoi kompetentnosti vykladachiv fakhovykh dystsyplin tekhnichnykh zakladiv vyshchoi osvity: monohrafiia. Drohobych: Posvit, 2020. 452 s.
- [8] Sikorskyi P. I. Kredytно-modulna tekhnolohiia navchannia. Kyiv: Vyd-vo Yevrop. un-tu, 2004. 127 s.
- [9] Gurevych R., Kademiia M. Zmishane navchannia y innovatsiini tekhnolohii pidhotovky maibutnikh fakhivtsiv u vyshchykh navchalnykh zakladakh. Porivnialna profesiina pedahohika. Kyiv: Khmelnytskyi, 2017. T. 7. Vyp. 1. C. 106–112.
- [10] Gurevych R., Kademiia M., Opushko N., Ilnitska T., Plakhotniuk H. Rol tsyfrovyykh tekhnolohii navchannia v epokhu tsyvilizatsiinykh zmin. Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy. Vyp. 62, 2021. S. 28–38.

УДК 378.011.3-057.175:51]:331.543:004.9

DOI: 10.31652/2412-1142-2023-68-93-106

#### Ковтонюк Мар'яна Михайлівна

доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор,  
завідувач кафедри математики та інформатики,  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна,  
ORCID ID 0000-0002-7444-1234  
[kovtonyukmm@gmail.com](mailto:kovtonyukmm@gmail.com)

#### Косовець Олена Павлівна

кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри математики та інформатики,  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна,  
ORCID ID 0000-0001-8577-3042  
[helen.kosovets@gmail.com](mailto:helen.kosovets@gmail.com)

#### Со́я Олена Миколаївна

кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри математики та інформатики,  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна,  
ORCID ID 0000-0002-0937-299X  
[soya.o.m@gmail.com](mailto:soya.o.m@gmail.com)

#### Леонова Іванна Миколаївна

асистент кафедри математики та інформатики,  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна,  
ORCID ID 0000-0002-0319-1370  
[ivannaleonova6@gmail.com](mailto:ivannaleonova6@gmail.com)

## АРХІТЕКТУРА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ВИКЛАДАЧА ЯК ТРАНСФЕР ІННОВАЦІЙ В ЕКОНОМІЧНИЙ ПРОСТІР ДЕРЖАВИ

**Анотація.** Розглянуто особливості побудови освітнього простору викладачів засобами педагогічного проектування та розбудови архітектури цифрових технологій у їхній професійній діяльності. Стале особистісне зростання, трансформація та підвищення продуктивності праці, розкриття власної індивідуальності є вагомим трансфером інновацій в економічний простір держави.

Зроблено систематичний огляд літератури щодо внеску цифрових технологій у професійний розвиток науково-педагогічних і педагогічних працівників, їхнє становлення та підвищення кваліфікації. Відзначено гнучкість та адаптивність викладачів, які впроваджують цифрові технології.

Мета статті полягає в аналізі архітектури цифрових технологій в освітньому просторі викладача як трансферу інноваційних технологій в економічний простір держави.

Охарактеризовано освітній простір викладача через об'єднання особистісного, ціннісного, культурного, комунікативного, діяльнісного та інформаційного підпросторів, який будується на компетентностях, що мають яскраво виражений діяльнісний характер і виявляються в умінні здійснювати вибір, виходячи з адекватної оцінки себе у конкретній ситуації. Визначено професійні компетентності викладача математики та інформатики як унікальне поєднання професійних знань, умінь і якостей викладача, об'єднаних гуманно-ціннісним ставленням до студентів і колег, творчим підходом до праці, постійною спрямованістю на особистісне і професійне вдосконалення; використанням інноваційних і цифрових технологій, у процесі чого формуються нові авторські педагогічні системи, які сприяють освітньому та економічному розвитку держави. До них віднесемо високі предметні компетентності, що включають науково-дослідну роботу; особистісні (креативність, динамічність, здатність до діалогу, дискусії); інноваційні (здатність використовувати у навчальному процесі різні інновації); проєктувальні, конструювальні; організаційно-практичні; комунікативні (в тому числі тьюторство, менторство, коучинг, експертність).

Як результат змодельовано поле побудови маршрутів досягнень професійних компетентностей викладача університету та сконструйовано форсайт-колесо цифрових технологій, кожне кільце якого містить варіативну складову використання доцільного цифрового інструментарію у залежності від типу освітньої діяльності викладача.

**Ключові слова:** цифрові технології; освітнє середовище викладача; інновації; маршрут досягнень; форсайт-колесо цифрових технологій.

### 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах глобалізації різних процесів, створення загального європейського і світового освітнього простору яскраво виступає проблема рейтингів університетів світу як дзеркало впровадження інновацій в освіту та їх трансфер в економічний простір держави. В основі рейтингів в тому числі лежить порівняння різних аспектів професійної діяльності та науково-дослідних досягнень викладачів кожного з університетів. Тому найкращий підхід – розглянути особливості побудови освітнього середовища викладача й віднайти способи оптимізувати їхню ефективність. Мінливі тенденції розвитку суспільства вимагають від особистості здатностей адаптуватися і водночас змінюватися, привчатися жити й працювати в умовах невизначеності. В умовах інформатизації (диджиталізації) суспільства й освіти зокрема, «сучасний педагог має володіти інноваційними практиками для впровадження адаптивного, змішаного, дистанційного, хмарного й мобільного навчання» [1, с. 7]. Це спонукає викладачів до педагогічного проєктування та розбудови архітектури цифрових технологій задля трансформації традиційних підходів до навчання й підвищення продуктивності праці, розкриття власної індивідуальності.

Систематичний огляд літератури щодо внеску цифрових технологій і педагогічних архітектур у процес навчання зробили науковці П. Фіуза і Р. Р. Моселін [2, с. 225-231].

За В. Фрімен технологію тлумачимо як «матеріальні «апаратні» пристрої (комп'ютери, калькулятори, кишенькові комп'ютери, мобільні пристрої, смартфони, пристрої тощо) у поєднанні з «програмним забезпеченням» або додатками, які пропонують зручні інтерфейси,

що забезпечують зв'язок між таким обладнанням і користувачами» [3]. Поняття «цифрові технології» будемо розуміти як «оброблення та передавання інформації за допомогою знаків кодування, що використовуються в комп'ютерних технологіях» [1, с. 7].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В умовах сьогодення цифрові технології є невід'ємною складовою професійної діяльності викладача. Тому процеси моделювання, проєктування, впровадження, використання, верифікації та вдосконалення методик і технологій навчання, які включають цифрові технології, все більше досліджуються в контексті професійного розвитку науково-педагогічних і педагогічних працівників, їхнього становлення, підвищення кваліфікації [4-10] тощо. Такі дослідження стосуються як перевірених підходів, так і новітніх теорій щодо використання цифрових технологій у закладах освіти. І. Ратнаїке, М. Томас і Б. Кенсінгтон-Міллер у дослідженні [5, с. 1423-1437] констатують, що вчителі змушені зосереджуватися на конкретному використанні цифрових технологій у зв'язку з їхніми інституційними обмеженнями та епістемологічним вибором. А в процесі свого професійного розвитку розробляють більш насичені та більш орієнтовані на учня завдання порівняно з попередніми. Д. Турм і Б. Барцель доводять, що навчання за допомогою технологій – «непросте завдання, і компетенції викладача, такі як знання та переконання, є вирішальним чинником» [6, с. 1411]. Тому професійний розвиток важливий для підвищення професіоналізму викладача, зокрема й у сфері застосування цифрових технологій в освіті. Адже цифрові платформи використовуються викладачами не лише для завантаження/вивантаження матеріалів і ресурсів, здійснення синхронного або асинхронного навчання, а й для взаємодії один з одним в онлайн-спільнотах шляхом співпраці тощо. Еволюція від статичних (введення-виведення) технологій до таких, що включають можливості перетягування, повзунків та анімації для введення динамічного або часового аспекту в цифрове середовище, з моменту їх появи поставила нові виклики щодо ролі викладача [4, с. 1223]. А дослідження Е. де Фрейтас і Н. Сінклер [11, с. 453-470] розширило теоретичне поле щодо того, як цифрові представлення людських рухів і жестів впливають на процеси викладання та навчання. В. Дж. Флуд, А. Шварц і Д. Абрахамсон через своє поняття адаптивного навчання застосовують етнометодологію та підхід до аналізу розмов, щоб виявити «способи, якими учасники сприймають і трансформують мультимодальний внесок один одного, щоб разом побудувати зрозумілий контент» [4, с. 1227]. Г. Бозкурт і К. Уйган відзначають важливість гнучкості та адаптивності викладачів, які впроваджують цифрові технології. Автори проаналізували методики й технології навчання математики з метою охарактеризувати професійний інструментарій та його еволюцію, що є інструментом для викладача, з метою точно визначити відмінності між його професійним генезисом, особистим генезисом та інструментальним генезисом здобувачів освіти [12, с. 1349-1363].

У статті вчені І. Мубарака та Х. Мохамед пропонують нову адаптивну систему навчання, яка класифікує студентів на основі індивідуальних уподобань з точки зору розуміння й опрацювання інформації [13, с. 1-5].

Автори статті А. Цвейг і Г. Чечік стверджують, що обмін інформацією між кількома тренувальними агентами може прискорити навчання. Це може бути особливо корисно, якщо студенти працюють у середовищах, що постійно змінюються, оскільки учень може скористатися попереднім досвідом іншого студента, щоб адаптуватися до нового середовища. Таке групове адаптивне навчання має безліч застосувань, від прогнозування фінансових часових рядів, через системи рекомендацій щодо змісту, до візуального розуміння для адаптивних автономних агентів [14, с. 1747-1770].

У науково-педагогічній літературі дослідниками М. Роркемпером і Л. Корном поняття «адаптивне навчання» сформульовано як сукупність форм, методів, засобів, технологій та підходів у навчанні, що передбачає альтернативну та гнучку концепцію, яка розширює можливості навчання студентів засобами самоконтролю та дозволяє активно реагувати на навчальний матеріал з можливістю його подальшої адаптації у процесі навчання [15, с. 296].

З аналізу робіт випливає, що основними вимогами реалізації принципу адаптації є гнучкість освітнього процесу в закладах освіти й орієнтація викладачів на здобувачів освіти з урахуванням їхніх індивідуальних освітніх особливостей.

Викладання математики за допомогою цифрових технологій є невід’ємною частиною практичної підготовки здобувачів освіти у всьому світі. Багато досліджень зосереджено насамперед на викладанні математики в закладах загальної середньої освіти. На думку дослідників [4, с. 1223] однією з причин є те, що ситуація на рівні вищої освіти є набагато більш фрагментованою та маломасштабною.

Еволюція освітніх технологій привела наукову спільноту дослідників математичної освіти до висновку, що використання цифрових технологій виконує дві основні функції: (а) як опора для організації роботи викладача та (б) як підтримка для нових способів роботи та представлення математики [16, с. 845-849]. В умовах сьогодення використання технологій для вчителів математики почало мати третю функцію: як підкріплення зв’язку, взаємодії в спільнотах, спілкування та обміну матеріалами. Е. Кларк-Вілсон, О. Робутті та М. Томас [4, с. 1226] додали четверту функцію, комерційно-індустріальну, що полягає в підтримці більш самостійної роботи студентів і зосереджена на відпрацюванні та оцінюванні раніше викладених математичних знань і навичок у різних онлайн-форматах.

З огляду на дидактичну функцію цифрових технологій в математичній освіті, П. Драйверс [17, с. 487] класифікує їх відповідно до таксономії «займайся математикою» та «вивчай математику» і поділяє на «практичні навички» та «розвиток концепцій».

Цифрові й нецифрові інструменти у викладанні математики досліджували Дж. Монаган, Л. Труш і Дж. Борвейн [18]. Цифрові технології для оцінювання детально розглянуто у журналі *Mathematics Education in the Digital Era*, у працях Дж. Алдона і Я. Трғалової [19, с. 173-181], П. Дж. Блека і Д. Вільяма [20, с. 5-31], Дж. Алдона і М. Панеро [21, с. 1333-1348].

**Мета статті** полягає в аналізі архітектури цифрових технологій в освітньому просторі викладача як трансферу інноваційних технологій в економічний простір держави.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Успішне розв’язання завдань підготовки фахівців із вищою освітою значною мірою залежить від сформованості освітнього простору викладачів закладів вищої освіти. На викладача, згідно із Законом України «Про вищу освіту» (стаття 58), покладаються складні й відповідальні обов’язки: постійно підвищувати професійний рівень, педагогічну майстерність і наукову кваліфікацію; забезпечувати високий науково-теоретичний і методичний рівень викладання дисциплін у всьому обсязі освітньої програми відповідної спеціальності; додержуватися норм педагогічної етики, моралі, поважати гідність осіб, які навчаються у закладах вищої освіти, дотримуватися в освітньому процесі та науковій (творчій) діяльності академічної доброчесності та забезпечувати її дотримання здобувачами вищої освіти [22].

Освітній простір викладача є об’єднанням особистісного, ціннісного, культурного, комунікативного, діяльнісного та інформаційного підпросторів (рис. 1) і будується на компетентностях, що мають яскраво виражений діяльнісний характер і виявляються в умінні здійснювати вибір, виходячи з адекватної оцінки себе у конкретній ситуації. Професійні компетентності викладача математики та інформатики ми розглядаємо як унікальне поєднання професійних знань, умінь і якостей викладача, об’єднаних гуманно-ціннісним ставленням до студентів і колег, творчим підходом до праці, постійною спрямованістю на особистісне і професійне вдосконалення; використанням інноваційних і цифрових технологій, у процесі чого формуються нові авторські педагогічні системи, які сприяють освітньому та економічному розвитку держави. Серед основних компетентностей викладачів математики та інформатики ми виокремлюємо такі: високі предметні компетентності, що включають науково-дослідницьку роботу; особистісні (креативність, динамічність, здатність до діалогу, дискусії); інноваційні (здатність використовувати у навчальному процесі різні інновації); проєктувальні, конструювальні; організаційно-практичні; комунікативні (в тому числі тьюторство, менторство, експертність).

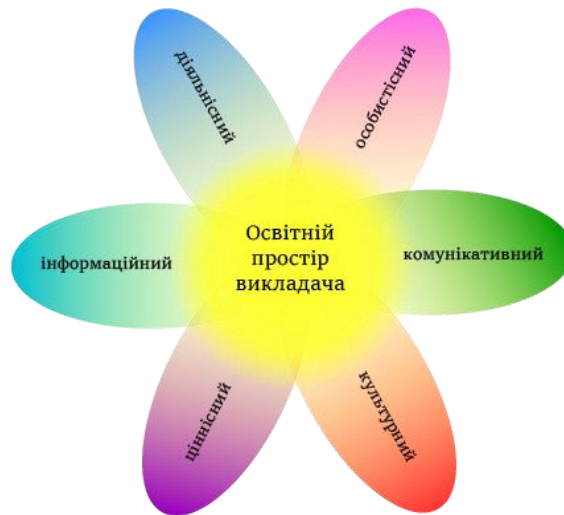


Рис. 1. Освітній простір викладача університету (авторська розробка)

Професійна компетентність викладача забезпечується комплексним поєднанням знань, діяльності та особистісних якостей. Ці структурні компоненти компетентності тісно пов'язані між собою і впливають один на одного. Знання відображаються та проявляються у діяльності, через діяльність знання можна отримати, осмислити, упорядкувати. З іншого боку знання впливають на діяльність.

Цінності, потреби, мотиви людини є рушійною силою для її діяльності. Особистісні якості в один період роботи викладача стимулюють, в інший – обмежують його діяльність, але в кінцевому випадку впливають на ефективність його роботи. З іншого боку за результатами діяльності можна зробити висновок про особистісні якості викладача, його здатність та готовність до професійної діяльності.

Знання та особистісні якості викладача також корелюють між собою. Знання можуть стимулювати розвиток особистісних якостей, збагачувати чи, навпаки, девальвувати цінності. З іншого боку, від цінностей, мотивації, здібностей, здатності та готовності викладача залежить спрямованість його знань та успішність оволодіння ними [23, с. 171].

Оскільки фундаментальні компетентності у викладача закладу вищої освіти вже сформовані, то він працює над своїм вдосконаленням, прямуючи за обраною траєкторією (рис. 2, маршрути 1 або 2).

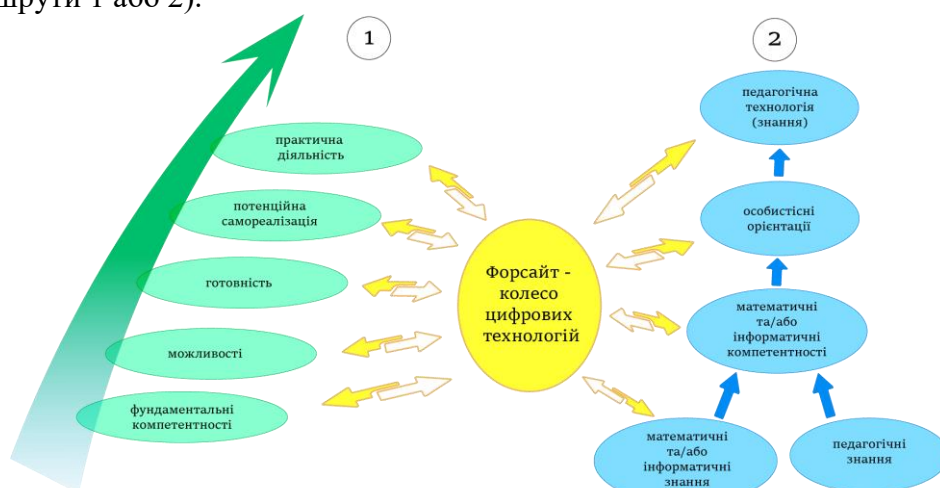


Рис. 2. Поле побудови маршрутів досягнень професійних компетентностей викладача університету (варіанти 1 (авторський) або 2 [24]).

Основні напрями роботи викладача в сучасних умовах: загальна характеристика (науково-педагогічний стаж, вчені звання та наукові ступені, звання); науково-дослідна робота (участь у держбюджетних, госпдоговірних, кафедральних наукових темах, грантові

проекти; публікація монографій, статей у Scopus, Web of Science, фахових виданнях України, науково-популярних журналах); науково-методична робота (видання підручників, навчальних посібників, методичних вказівок, розроблення та впровадження засобів контролю знань студентів, у тому числі й електронних; розроблення, модернізація та впровадження у навчальний процес цифрових технологій); організаційна робота включає широкий спектр обов'язків, які, з одного боку, стосуються основних напрямів науково-педагогічної діяльності, а з іншого – характеризують якості викладача як особистості (підготовка і проведення конференцій, олімпіад, конкурсів; підготовка студентів до участі у різних наукових та методичних заходах; участь у роботі комісій, рад тощо); міжнародна діяльність (отримання грантів від державних і недержавних грантодавців, активна співпраця із закордонними колегами та партнерами).

У компетенції викладача закладу вищої освіти входить розроблення та написання робочих програм, силабусів, активна участь у ліцензуванні й акредитації спеціальностей.

Таким чином, тріада «Навчатися – доучуватися – переучуватися!» сприймається викладачем як заклик до особистісного зростання, неперервної освіти, постійного підвищення професійної кваліфікації. А це можливо в умовах організації адаптивного навчання викладачів і студентів.

Елементами адаптації й моделювання діяльності студентів і викладачів виступають адаптивні навчальні системи, оскільки вони мають будувати освітню траєкторію здобувача освіти з урахуванням персоналізації та відображення особливих освітніх потреб студента. Зазвичай персоналізація передбачає адаптивну взаємодію, адаптивний доступ до курсу, адаптивний контент навчального матеріалу, адаптивну підтримку співпраці. Витоки технологій адаптації, що застосовуються в навчальних адаптивних системах, виходять зі сфери інформаційних навчальних систем (адаптивне планування, інтелектуальний аналіз даних, підтримка інтерактивного виконання завдань, підтримка виконання завдань на готових прикладах і підтримка спільної роботи) або зі сфери адаптивних гіпермедіасистем, які відповідають трьом критеріям: гіпермедіасистема повинна бути гіпертекстовою або гіпермедійною, мати модель користувача й адаптувати свій гіпермедіапростір, використовуючи цю модель.

Основними дидактичними принципами адаптивного навчання в сучасній інформаційній системі є принципи: активності – передбачає, що діяльність студентів має сприяти розвитку не тільки умінь розв'язувати задачі за заданим алгоритмом, а й самостійно будувати алгоритми для виконання творчих завдань; самостійності – виражається в тому, що в студентів формується вміння самостійно орієнтуватися в нових розділах і темах, самостійно мислити й знаходити алгоритми для виконання нових завдань; індивідуальності – передбачає індивідуалізовані способи взаємодії студента й викладача, що сприяє формуванню у здобувачів освіти високого рівня інтелектуального розвитку; систематичності й послідовності – передбачає логічне, послідовне формування загальних і фахових компетентностей як з кожної теми, так і логічного зв'язку між різними темами [2, с. 14-19].

Принцип адаптивності навчання в інформатиці та математиці спрямований на побудову викладачами індивідуальних освітніх програм, націлених на психологічні коригування стереотипу дій особистості, її мислення й механізми реалізації.

Інформаційна навчальна система для адаптивного навчання інформатики та математики повинна забезпечувати умови для досягнення навчальних цілей; поєднувати різні типи подання навчальних матеріалів з урахуванням індивідуальних особливостей здобувачів освіти щодо сприйняття матеріалу (візуал, аудіал або кінестетик), бути адаптована під різні форми й методи навчання [26-27].

Включення інформаційних систем в адаптивне навчання відбувається за такими моделями:

1. Інформаційно-навчальна модель націлена на отримання нових знань, формування умінь і навичок, застосування інноваційних педагогічних технологій, самопізнання.

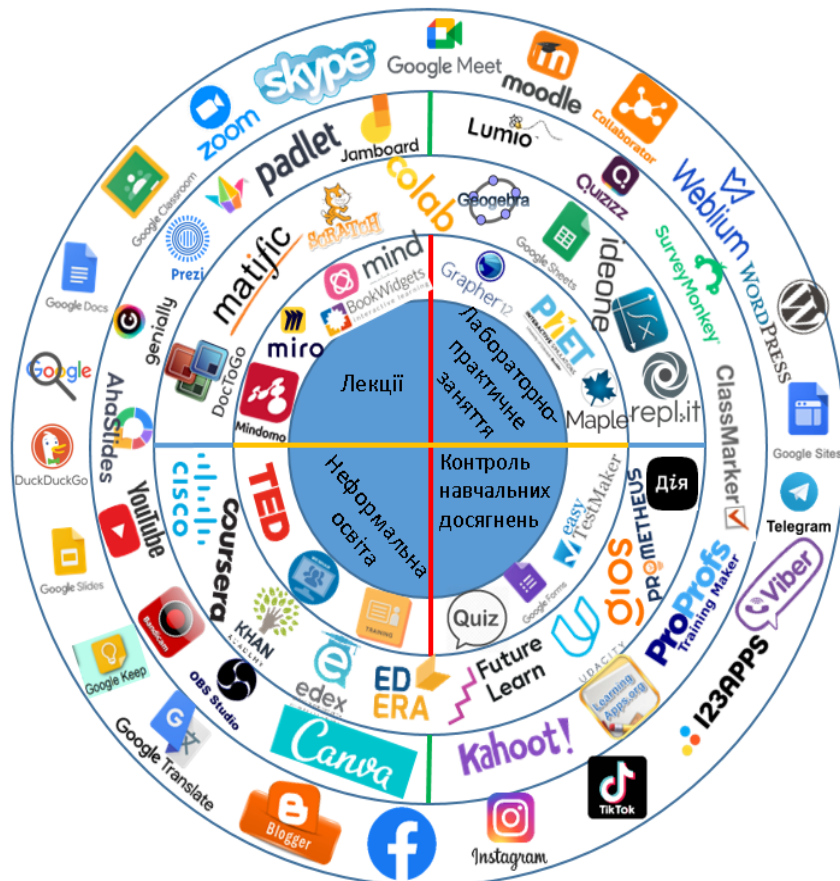
2. Контрольно-коригуюча й діагностична модель передбачає застосування засобів контролю знань, експертних навчальних систем, діалогове вирішення практичних завдань.

3. Дослідницька модель пов'язана з формуванням дослідницьких здібностей здобувачів освіти й спрямована на набуття досвіду наукового дослідження.

4. Комунікативна модель спрямована на регулювання вибору режимів спілкування і взаємодії студентів й викладачів [25; 28].

Упровадження інноваційних технологій і дистанційного навчання у вищій освіті є однією з операційних цілей, завданнями якої є «створення індустрії інноваційних технологій та засобів навчання, що відповідають світовому науково-технічному рівню; унормування дистанційного навчання як форми здобуття вищої освіти» [29].

Забезпечення викладачем гнучкості освітнього процесу в умовах дистанційної освіти для реалізації адаптивного навчання здійснюється добром доцільного цифрового інструментарію у залежності від типу освітньої діяльності викладача, тобто від виду заняття: лекція, лабораторно-практичне заняття, контроль навчальних досягнень, залучення елементів неформальної освіти. Для вирішення проблеми вибору відповідного цифрового інструментарію нами розроблено форсайт-колесо цифрових технологій, як елементу прогнозування та підготовки викладача до заняття. Викладач під час підготовки до лекції чи лабораторно-практичного заняття обирає відповідні цифрові інструменти з форсайт-колеса з метою найбільш ефективного їх проведення (рис. 3).



**Рис.3.** Форсайт-колесо цифрових технологій (авторська розробка)

Форсайт-колесо цифрових технологій демонструє подібність та відмінності у застосуванні додатків та онлайн ресурсів:

– перше зовнішнє кільце містить спільні для всіх видів освітньої діяльності цифрові інструменти;

– друге кільце розділено на спільні інструменти для лекцій та неформальної освіти, а також поєднано інструменти для лабораторно-практичних занять та здійснення контролю навчальних досягнень;



– третє кільце розмежовує інструменти для лекцій та лабораторно-практичних занять, та поєднує інструменти з контролю навчальних досягнень та неформальної освіти;

– четверте кільце демонструє інструменти, які доцільно застосовувати лише для відповідного типу занять.

Опишемо розподіл цифрових інструментів, починаючи від першого зовнішнього кільця.

У першому кільці форсайт-колеса відображено цифрові технології, які є спільними для будь-якого виду освітньої діяльності:

– програми для проведення відеоконференцій під час організації дистанційного навчання формальної та неформальної системи освіти, такі як Zoom, Microsoft Teams, Google Meet, Skype. Це дозволяє студентам віддалено приєднатися до заняття, слухати викладача та бути активними учасниками навчального процесу в режимі реального часу;

– створення віртуального класу засобами систем керування навчанням (Learning Management Systems, LMS, наприклад, Moodle, Schoology, Blackboard, LMS «Collaborator»), освітні платформи (Google Class), які покращують ефективність навчання, збільшують доступність до навчального матеріалу здобувачам вищої освіти, які знаходяться у віддалених регіонах, мають фізичні обмеження або інші обставини, які перешкоджають навчанню в традиційних умовах; допомагають викладачам відстежувати прогрес студентів, підвищують ефективність управління навчальним процесом, дозволяють створювати індивідуальні освітні траєкторії;

– учасники освітнього процесу використовують соціальні мережі для обговорення матеріалів, діляться власними думками та ідеями, обмінюються інформацією, а також спілкуються з іншими студентами та викладачами. Наприклад, можна створити групу в Blogger, Facebook, Instagram, TikTok, Telegram, Viber, де студенти зможуть обговорювати різні організаційні моменти та ставити запитання;

– створення електронних підручників засобами Google Docs, Google Sites, Weblum, Wix, WordPress, за допомогою яких викладачі створюють та редагують навчальні матеріали, а студенти можуть отримувати до них доступ з будь-якого пристрою, в будь-який час та в будь-якому місці.

Друге кільце розділено на дві частини:

1) спільні інструменти для проведення лекцій та поєднання неформальної освіти:

– відеоредактори (OBS Studio, Bandicam, FastStone Capture, OpenShot Video Editor) для створення відео занять на YouTube (чи записи прямих/запланованих трансляцій) допоможуть студентам доповнити та розвинути математичні та інформатичні компетентності;

– підготовка презентацій для структурування навчального матеріалу і демонстрації схем, діаграм, таблиць та ілюстрацій засобами PowerPoint, Prezi, Google Slides, Canva, Genially, AhaSlides тощо;

– для створення та проведення мозкових штурмів, підсумкової рефлексії студентів варто скористатися можливостями електронних дошок Jamboard, Padlet, Microsoft Whiteboard, щоб виконати аналіз завдання, поділитися думками, враженнями та корисними ресурсами з іншими учасниками, які вони знайшли в процесі дослідження певної теми;

2) поєднання лабораторно-практичних занять та контролю навчальних досягнень:

– створення опитувань та тестових запитань з елементами ігровіфікації засобами онлайн ресурсів Lumio, Quizizz, Kahoot, Quizlet, на певну тему із налаштуванням, щоб студенти могли бачити або не бачити правильні відповіді після проведення опитування/тестування;

– робота над власним портфоліо зі своїми роботами та проектами, які студенти можуть додавати під час навчання, а викладач може оцінювати та коментувати роботи у портфоліо;

– створення та застосування інтерактивних вправ та ігор від LearningApps у процесі навчання математики та інформатики допомагають зосередити увагу студентів та зробити процес навчання гейміфікованим та зрозумілим, збільшити зацікавленість та мотивацію студентів, а також покращити їхні знання та розуміння навчального матеріалу.



Третє кільце – це поєднання:

1) лекцій та лабораторно-практичних занять:

– викладач поєднує теоретичний і практичний навчальний матеріал на конкретних прикладах з математики та інформатики через онлайн-ресурси, що дозволяють створювати та керувати математичними завданнями та іграми, містять графіки, таблиці та інші інтерактивні елементи, з якими можуть взаємодіяти студенти (Matific).

– створення та редагування електронних таблиць, виконання обчислень, аналіз, сортування даних та побудова графіків, діаграм, поверхонь засобами онлайн-інструмента Google Sheets;

– програмувати можна легко та просто на онлайн платформах візуального програмування (Scratch, Blockly, Code.org, Розумні блоки) та віртуальних середовищах (Ideone, Replit, Colab тощо) для вивчення популярних мов програмування.

2) контроль навчальних досягнень та неформальна освіта:

– освітні платформи електронного навчання, такі як Prometheus, Освіта.Дія, EdEra, Coursera, Gios, Khan Academy, Cisco, edX, Udemy, Future Learn забезпечують студентам доступ до якісних навчальних матеріалів: відеолекцій, текстових матеріалів, підручників та інших навчальних ресурсів високої якості, що розробляють викладачі провідних університетів та експерти з різних галузей науки. Усі ці платформи здійснюють оцінювання рівня знань студентів за допомогою тестів, опитувань, проєктів та інших методів контролю навчальних досягнень, що підтверджується сертифікатом чи дипломом.

Четверте кільце – це вузькоспеціалізовані інструменти для виконання навчальних дій на конкретному занятті.

1. Під час проведення лекцій це можуть бути ментальні карти, такі як Miro, Mindomo, Mind, які дозволяють створювати візуальні образи основних ідей та понять теоретичного навчального матеріалу, що охоплює основний зміст лекції. Розмістити підтеми навколо центральної ідеї та з'єднати їх з центральним елементом ментальної карти. Це допоможе студентам легше сприймати та поєднувати ключові поняття та зв'язки між темами, відстежувати та систематизувати отриману інформацію на лекції.

Інтерактивні підручники: такі як BookWidgets, Thinglink, Edpuzzle, дозволяють створювати інтерактивні матеріали для онлайн занять, що допомагають студентам взаємодіяти з матеріалом та отримувати зворотний зв'язок з викладачем.

2. На лабораторно-практичних заняттях в умовах дистанційної освіти можна організувати навчання у віртуальних лабораторіях та симуляторах, а саме: PhET, Virtual Labs, які дозволяють студентам проводити експерименти та отримувати досвід у віртуальному середовищі максимально наближеному до реальних умов.

Можливості систем комп'ютерної алгебри, такі як Mathematica, Maple, Matlab чи Sage, допомагають студентам виконувати складні математичні розрахунки, створювати графіки та аналізувати дані, моделювати різні математичні функції, проводити чисельні експерименти та порівнювати результати.

Цифрові інструменти Desmos, GeoGebra чи Wolfram Alpha можуть бути корисними для побудови графіків та візуалізації математичних об'єктів. З допомогою таких інструментів можна демонструвати та розуміти геометричні та алгебраїчні зв'язки між математичними об'єктами.

На лабораторних заняттях, з іншого боку, цифрові технології можуть використовуватися для організації робочих місць, щоб студенти могли працювати з необхідним програмним забезпеченням та обладнанням.

Крім того, можна використовувати програмне забезпечення для збору, аналізу та відображення даних, що отримуються в процесі лабораторних досліджень. Це дозволяє студентам отримати практичні навички та досліджувати питання глибше.

3. На етапі контролю навчальних досягнень пропонуємо використовувати цифрові інструменти для створення інтерактивних завдань та тестів, які допоможуть викладачам здійснювати контроль знань студентів та отримувати відповідні результати (Google Forms, TestMaker).

4. Неформальна освіта – це не лише освітні онлайн-курси, а й також платформи для пошуку коучів та менторів (Mentorloop, Flash Mentoring, The Mentor Network), які дозволяють знайти наставників у різних галузях та отримати від них підтримку та поради; це спільноти та форуми (Reddit, Stack Exchange, LinkedIn Groups, Medium), що дозволяють обговорювати різні теми, ставити запитання та отримувати відповіді від експертів у різних галузях; це також віртуальні тури та екскурсії (Google Arts & Culture, AirPano, National Geographic) для відвідування міжнародних університетів, музеїв, галерей, національних парків тощо.

Сукупність описаних цифрових інструментів форсайт-колеса в залежності від виду заняття, утворюють віртуальний освітній простір викладача, що допомагає спроектувати та якісно подати навчальний матеріал з математики та інформатики, використовуючи сучасні можливості в умовах дистанційної освіти. Розподіл цифрових інструментів форсайт-колеса допоможе викладачу підготуватися до заняття у залежності від його виду, а саме: подання теоретичного навчального матеріалу на лекціях, розв'язування задач та створення програм на лабораторно-практичних заняттях, здійснити перевірку навчальних досягнень студентів та майстерно поєднати формальну освіту з неформальною.

### **3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Авторами статті здійснено аналіз наукової літератури за тематикою дослідження. Спроектовано поле побудови маршрутів досягнень професійних компетентностей викладача університету та змодельовано форсайт-колесо цифрових технологій. Визначено основні напрямки реалізації архітектури цифрових технологій у професійній діяльності викладача.

1. Забезпечення доступу до інформації. Цифрові технології, такі як Інтернет та електронні бібліотеки, забезпечують студентам та викладачам доступ до великої кількості інформації, що допомагає у навчанні та дослідженні.

2. Підвищення ефективності навчання. Цифрові технології допомагають студентам засвоювати матеріал швидше та ефективніше. Наприклад, використання відеоуроків та інтерактивних матеріалів може зробити навчання більш цікавим та зрозумілим.

3. Забезпечення індивідуального навчання. Цифрові технології дозволяють студентам навчатися у своєму власному темпі та відповідно до власних потреб. Наприклад, використання онлайн-курсів та інтерактивних ігор дозволяє студентам навчатися індивідуально та у зручний для них час.

4. Покращення комунікації. Цифрові технології дають можливість студентам та викладачам комунікувати між собою швидше та ефективніше. Наприклад, використання електронних засобів спілкування та соціальних мереж може полегшити комунікацію між студентами та викладачами.

5. Зберігання та обробка даних. Цифрові технології забезпечують зберігання та опрацювання великих обсягів даних, що може допомогти викладачам та студентам відстежувати свій прогрес та аналізувати результати навчання.

6. Використання електронних дошок і комп'ютерів на заняттях. Викладачі мають можливість використовувати електронні дошки, щоб демонструвати матеріал і давати завдання студентам. Крім того, комп'ютери можна використовувати для проведення досліджень, написання есе та виконання інших завдань.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо в аналізі ефективності використання форсайт-технологій для розроблення стратегії розвитку університету, формування пріоритетів розвитку освітньої галузі у житті суспільства для досягнення якісно нових результатів розвитку країни, регіону, громади.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Гуревич. Р., Кобися. В., Кобися. А., Кізім. С., Куцак. Л., Опушко. Н. Використання цифрових сервісів та інструментів у професійній підготовці майбутніх учителів. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Збірник наукових праць. Вінниця. 2022. Вип. 64. С. 5–22. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-64-5-22>.
- [2] Fiuza P., Mocelin R. R. Systematic Review of Literature: The Contributions to the Learning Process by Digital Technologies and Pedagogical Architectures. In: Rocha, Á., Correia, A., Adeli, H., Reis, L., Mendonça Teixeira M. (eds) New Advances in Information Systems and Technologies. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol 445. pp. 225-235. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31307-8\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31307-8_23).
- [3] Freiman V. Types of technology in mathematics education. Encyclopedia of mathematics education. Dordrecht: Springer. 2014. URL: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8>.
- [4] Clark-Wilson A., Robutti, O. Thomas, M. Teaching with digital technology. ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1223–1242. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>.
- [5] Ratnayake I., Thomas, M. O. J., Kensington-Miller, B. Professional development for digital technology task design by secondary mathematics teachers. ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1423–1437. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01180-8>.
- [6] Thurm D., Barzel, B. Effects of a professional development program for teaching mathematics with technology on teachers' beliefs, self-efficacy and practices. ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1411–1422. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01158-6>.
- [7] Pepin B., Gueudet, G. Studying teacher collaboration with the documentational approach: from shared resource to common schemes? ICMI Study. 2020. Vol. 25. p. 158.
- [8] Trouche L., Gueudet, G., Pepin, B. The documentational approach to didactics. In S. Lerman (Ed.), Encyclopedia of mathematics education. 2nd ed. Dordrecht: Springer. 2020. pp. 237–247.
- [9] Gueudet G., Trouche, L. Towards new documentation systems for mathematics teachers? Educational Studies in Mathematics. 2009. Vol. 71(3). pp. 199–218.
- [10] Drijvers P., Grauwijn, S., Trouche, L. When bibliometrics met mathematics education research: the case of instrumental orchestration. ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1455–1469. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01169-3>.
- [11] de Freitas E., Sinclair, N. New materialist ontologies in mathematics education: The body in/of mathematics. Educational Studies in Mathematics. 2013. Vol. 83(3). pp. 453–470.
- [12] Bozkurt, G., Uygan, C. Lesson hiccups during the development of teaching schemes: a novice technology-using mathematics teacher's professional instrumental genesis of dynamic geometry. ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1349–1363. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01184-4>.
- [13] Mubarka I., Mohamed H. Adaptive Learning Framework. 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET). 2016. pp. 1–5. URL: <https://doi.org/10.1109/ITHET.2016.7760738>.
- [14] Zweig, A., Chechik, G. Group online adaptive learning. Mach Learn. 2017. Vol. 106. pp. 1747–1770. URL: <https://doi.org/10.1007/s10994-017-5661-5>.
- [15] Rohrkemper M., Corno L. Success and Failure on Classroom Tasks : Adaptive Learning and Classroom Teaching. The Elementary School Journal. 1988. Vol. 88(3). pp. 296–312.
- [16] Sinclair, N., Robutti, O. Teaching practices in digital environments. In S. Lerman (Ed.), Encyclopedia of mathematics education. 2nd ed. Dordrecht: Springer. 2020. pp. 845–849.
- [17] Drijvers, P. Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). Proceedings of the 12th International Congress on Mathematics Education. Seoul, Korea. 2012. pp. 485–501.
- [18] Monaghan, J., Trouche, L., Borwein, J. Tools and mathematics. Dordrecht: Springer. 2016. 483 p.
- [19] Aldon G., Trgalová J. (Eds.), Technology in Mathematics Teaching: Selected Papers of the 13th ICTMT Conference. Vol. 13. pp. 173–181.
- [20] Black, P., Wiliam, D. Developing the theory of formative assessment. Educational assessment, Evaluation and Accountability. 2009. Vol. 21(1). pp. 5–31.
- [21] Aldon, G., Panero, M. Can digital technology change the way mathematics skills are assessed? ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1333–1348. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01172-8>.
- [22] Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>.
- [23] Ковтонюк М. М. Теоретичні і методичні основи фундаменталізації загальнопрофесійної підготовки майбутнього вчителя математики: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2014. 386 с.
- [24] Thomas, M. O. J., Palmer, J. Teaching with digital technology: Obstacles and opportunities. In A. Clark-Wilson, O. Robutti, N. Sinclair (Eds.). The mathematics teacher in the digital era: An international perspective on technology focused professional development. Dordrecht: Springer. 2014. pp. 71–89.
- [25] Kosovets, O. P., Soia, O. M., Krupskiy, Y. V., Tyutyun, L. A. Digital technologies as a means of adaptive learning for higher education informatics and mathematics. Фізико-математична освіта. 2022. Vol. 33(1). pp. 14–19. URL: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-033-1-002>.

- [26] Hyun Joo, Jongchan Park, Dongsik Kim. Visual representation fidelity and self-explanation prompts in multi-representational adaptive learning. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2021. Vol. 37, Issue 4. pp. 1091–1106. URL: <https://doi.org/10.1111/jcal.12548>.
- [27] Опалюк Т. Л. Дидактичні умови реалізації адаптивної функції навчання студентів у процесі професійної підготовки вчителя : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.09. Терноп. нац. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2015. 20 с.
- [28] Прийма С. М. Особливості функціонування інтелектуальних адаптивних навчальних систем відкритої освіти дорослих. Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України. Хмельницький. 2012. № 3. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadps\\_2012\\_3\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadps_2012_3_21).
- [29] Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки, 2020. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2020/09/25/rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-02-10-2020.pdf>.

## THE ARCHITECTURE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF THE TEACHER AS A TRANSFER OF INNOVATIONS INTO THE ECONOMIC SPACE OF THE STATE

### **Kovtoniuk Mariana Mykhailivna**

Doctor of Sciences (Pedagogy), Professor,  
Head of the Department of Mathematics and Computer Science,  
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,  
Vinnytsia, Ukraine,  
ORCID ID 0000-0002-7444-1234  
[kovtonyukmm@gmail.com](mailto:kovtonyukmm@gmail.com)

### **Kosovets Olena Pavlivna**

Candidate of Sciences (Pedagogy), Senior Lecturer of the Department of Mathematics and Computer Science,  
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,  
Vinnytsia, Ukraine,  
ORCID ID 0000-0001-8577-3042  
[helen.kosovets@gmail.com](mailto:helen.kosovets@gmail.com)

### **Soia Olena Mykolaivna**

Candidate of Sciences (Pedagogy), Senior Lecturer of the Department of Mathematics and Computer Science,  
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,  
Vinnytsia, Ukraine,  
ORCID ID 0000-0002-0937-299X  
[soya.o.m@gmail.com](mailto:soya.o.m@gmail.com)

### **Leonova Ivanna Mykolaivna**

Assistant of the Department of Mathematics and Computer Science,  
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,  
Vinnytsia, Ukraine,  
ORCID ID 0000-0002-0319-1370  
[ivannaleonova6@gmail.com](mailto:ivannaleonova6@gmail.com)

**Abstract.** The peculiarities of the construction of the educational space of teachers by pedagogical design tools and the development of the architecture of digital technologies in their professional activities are considered. Sustainable personal growth, transformation and increase in labor productivity, disclosure of one's own individuality is a significant transfer of innovations into the economic space of the state.

A systematic review of the literature on the contribution of digital technologies to the professional development of scientific-pedagogical and pedagogical workers, their formation and professional development was made. The flexibility and adaptability of teachers implementing digital technologies was noted.

The purpose of the article is to analyze the architecture of digital technologies in the educational space of the teacher as a transfer of innovative technologies to the economic space of the state.

The teacher's educational space has been characterized through the combination of personal, value, cultural, communicative, activity and information subspaces, which is built on competencies that have a pronounced activity character and are manifested in the ability to make a choice based on an adequate assessment of oneself in a specific situation. The professional competencies of a teacher of mathematics and computer science were determined as a unique combination of professional knowledge, skills and qualities of a teacher, united by a humane and valuable attitude towards students and colleagues, a

creative approach to work, a constant focus on personal and professional improvement; using innovative and digital technologies, in the process of which new original pedagogical systems are formed that contribute to the educational and economic development of the state. These include high subject competencies, including scientific research; personal (creativity, dynamism, ability to dialogue, discussion); innovative (ability to use various innovations in the educational process); design, construction; organizational and practical skills; communicative (including tutoring, mentoring, coaching, expertise).

As a result, the field of building routes for the achievement of professional competences of a university teacher was simulated and a foresight wheel of digital technologies was constructed, each ring of which contains a variable component of the use of appropriate digital tools depending on the type of educational activity of the teacher.

**Keywords:** digital technologies; educational space of the teacher; innovations; route of achievements; the foresight wheel of digital technologies.

## References (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Gurevych, R., Kobysia, V., Kobysia, A., Kizim, S., Kutsak, L. Opushko, N. Vykorystannia tsyfrovyykh servisiv ta instrumentiv u profesiinii pidhotovtsi maibutnykh uchyteliv [Use of digital services and tools in professional training of future teachers]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy: Zbirnyk naukovykh prats. Vinnytsia. 2022. Vyp. 64. S. 5–22. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-64-5-22>. (in Ukrainian)*
- [2] Fiuza, P., Mocelin, R. R. Systematic Review of Literature: The Contributions to the Learning Process by Digital Technologies and Pedagogical Architectures. In: Rocha, Á., Correia, A., Adeli, H., Reis, L., Mendonça Teixeira, M. (eds) *New Advances in Information Systems and Technologies. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol 445. pp. 225-235. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31307-8\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31307-8_23). (in English)*
- [3] Freiman, V. Types of technology in mathematics education. *Encyclopedia of mathematics education. Dordrecht: Springer. 2014. URL: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8>. (in English)*
- [4] Clark-Wilson, A., Robutti, O. Thomas, M. Teaching with digital technology. *ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1223–1242. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>. (in English)*
- [5] Ratnayake, I., Thomas, M. O. J., Kensington-Miller, B. Professional development for digital technology task design by secondary mathematics teachers. *ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1423–1437. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01180-8>. (in English)*
- [6] Thurm, D., Barzel, B. Effects of a professional development program for teaching mathematics with technology on teachers' beliefs, self-efficacy and practices. *ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1411–1422. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01158-6>. (in English)*
- [7] Pepin, B., Gueudet, G. Studying teacher collaboration with the documental approach: from shared resource to common schemes? *ICMI Study. 2020. Vol. 25. p. 158. (in English)*
- [8] Trouche, L., Gueudet, G., Pepin, B. The documental approach to didactics. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education. 2nd ed. Dordrecht: Springer. 2020. pp. 237–247.*
- [9] Gueudet, G., Trouche, L. Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics. 2009. Vol. 71(3). pp. 199–218. (in English)*
- [10] Drijvers, P., Grauwin, S., Trouche, L. When bibliometrics met mathematics education research: the case of instrumental orchestration. *ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1455–1469. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01169-3>. (in English)*
- [11] de Freitas, E., Sinclair, N. New materialist ontologies in mathematics education: The body in/of mathematics. *Educational Studies in Mathematics. 2013. Vol. 83(3). pp. 453–470. (in English)*
- [12] Bozkurt, G., Uygan, C. Lesson hiccups during the development of teaching schemes: a novice technology-using mathematics teacher's professional instrumental genesis of dynamic geometry. *ZDM Mathematics Education. 2020. Vol. 52. pp. 1349–1363. URL: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01184-4>. (in English)*
- [13] Mubarak I., Mohamed H. Adaptive Learning Framework. 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET). 2016. pp. 1–5. URL: <https://doi.org/10.1109/ITHET.2016.7760738>. (in English)
- [14] Zweig, A., Chechik, G. Group online adaptive learning. *Mach Learn. 2017. Vol. 106. pp. 1747–1770. URL: <https://doi.org/10.1007/s10994-017-5661-5>. (in English)*
- [15] Rohrkemper M., Corno L. Success and Failure on Classroom Tasks : Adaptive Learning and Classroom Teaching. *The Elementary School Journal. 1988. Vol. 88(3). pp. 296–312. (in English)*
- [16] Sinclair, N., Robutti, O. Teaching practices in digital environments. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education. 2nd ed. Dordrecht: Springer. 2020. pp. 845–849. (in English)*
- [17] Drijvers, P. Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematics Education. Seoul, Korea. 2012. pp. 485–501. (in English)*
- [18] Monaghan, J., Trouche, L., Borwein, J. Tools and mathematics. *Dordrecht: Springer. 2016. 483 p. (in English)*