

DOI <https://doi.org/10.15407/csc.2023.02.045>
УДК 303.721;004.03142

К.М. СИНІЦЯ, кандидат технічних наук, с.н.с., заст. директора з наукової роботи, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, 03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Київ, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7417-1748>, ksynytsya@irtc.org.ua

МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ

Визначено основні характеристики безперервного електронного навчання (БЕН), які визначають потребу у створенні окремої моделі та можливість застосування моделі електронного навчання як основи структурного моделювання. Наведено компоненти структурної моделі БЕН під кутом зору користувачів та особливості їх трансформації під впливом зовнішніх факторів. Надано аналіз моделей розвитку технологій на прикладі технологій електронного навчання. Запропоновано інтегральну модель БЕН, яка враховує розвиток окремих компонентів та придатна для аналізу еволюції БЕН.

Ключові слова: інформаційні технології в освіті, безперервне електронне навчання, структурна модель електронного навчання, технології електронного навчання, трансформація цифрової освіти.

Вступ

Прискорення соціально-економічних змін, технологічні інновації, віртуалізація бізнес-процесів у різних сферах – всі ці фактори створили контекст, у якому постійне набуття нових компетентностей стало умовою успішної самореалізації людини. *Безперервне навчання* (навчання впродовж життя, *life-long learning*) охоплює будь-яку діяльність, спрямовану на розвиток знань, умінь (навичок) і компетентностей, потрібних у професійній діяльності, соціальному та особистому житті [1]. Дослідження еволюції цього поняття, відображене у численних визначеннях, наприклад [2], показало, що роль навчальної діяльності в житті людини поширюється за межі формальної освіти, а форми реалізації пізнавальної діяльності змінюються з віком

та набуттям досвіду. Розуміння природи безперервного навчання, його цілей та механізмів реалізації отримало подальший розвиток у контексті ідей сталого розвитку [3], які потребують реалізації нових підходів до навчання та викладання, застосування сучасних технологій, перегляду навчального вмісту та критеріїв оцінювання. Розуміння безперервного навчання як пізнавального процесу, що відбувається в освітніх закладах та поза їх межами за активної участі людини, яка приймає рішення щодо форм, засобів та вмісту такого процесу, відповідає переходу від системо-центричної до учне-центричної моделі навчального процесу як основи сучасної дидактики [4].

Термін «електронне навчання» (ЕН) у публікаціях застосовують для позначення

різних видів освітньої та навчальної діяльності з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) [5], коли технічна реалізація процесу навчання (дистанційне, мобільне) чи педагогічний підхід не є суттєвим для подання результатів. Найчастіше під ЕН розуміють дистанційне відтворення традиційного навчального процесу на базі системи керування навчанням (наприклад, *MOODLE*), яка забезпечує подання навчального контенту в електронному вигляді та збирає інформацію про виконання учнем тестів і завдань. Крім цього, цим терміном іноді позначають навчання через мобільні додатки чи веб-доступ зі смартфонів (мобільне навчання), застосування контенту з платформ-інтеграторів (відеолекції, навчальні ігри), а також викладення матеріалу наживо через сервіси онлайн-комунікації (наприклад, *ZOOM*). Ці групи технологій, застосовані окремо або реалізовані у навчальному середовищі чи освітній екосистемі, є найважливішими засобами підтримки формального, неформального та інформального навчання [6]. Більшість досліджень ЕН пов'язані з застосуванням певного набору технологій в рамках формального навчання та обмежені курсом чи навчальною програмою у рамках однієї освітньої організації [7].

Безперервне електронне навчання (БЕН) відображає глобальний погляд на можливість отримання навчальних ресурсів, порад, досвіду з метою набуття знань та вмінь, враховуючи індивідуальні потреби конкретної особи. Проблеми розвитку БЕН не пов'язані з конкретною організацією чи структурою та вирішуються створенням засобів підтримки постійного розвитку кожної особи у професійному та особистому плані, застосовуючи для цього навчальні ресурси, технології та стратегії, які відповідають потребам та вподобанням цієї особи. У такий спосіб, БЕН реалізується засобами ЕН, але дослідження БЕН поряд із проблемами врахування попереднього досвіду користувачів та рекомендації їм навчальних ресурсів, що відповідають їхнім пізнавальним стратегіям

та контексту застосування, охоплює проблеми розвитку глобального мережевого середовища підтримки навчання впродовж життя, трансформації технологічного підґрунтя освітніх процесів, спільного використання та захисту персональних даних в освітніх системах.

Метою цього дослідження є визначити й дослідити основні компоненти та моделі розвитку безперервного електронного навчання, а також розробити інтегральну структурну модель БЕН, яка буде корисною для дослідження його розвитку та трансформацій, що відбуваються в окремих компонентах.

БЕН як безперервне навчання у цифровому вимірі

ЕН розвивається за підтримки та в інтересах освітніх (навчальних) закладів, орієнтуючись на масове (групове) навчання. БЕН, з одного боку, має забезпечити найкраще навчання кожної особи в певний момент часу, а з іншого – визначити, яка інформація про неї має бути збережена для оптимізації її подальшого навчання, яка інформація про навчальні ресурси може бути корисною для підготовки рекомендацій щодо навчального контенту. Підсумок характеристик ЕН та БЕН, що демонструють розбіжність між ними, подано у табл. 1.

БЕН охоплює період часу, впродовж якого змінюються технології, система знань, стратегії навчання та вподобання користувача (учня). Змінюється навчальний контент, його зміст та способи подання, норми та стандарти, вимоги користувача до навчальних послуг та розширюється вибір постачальників. Тому дослідження БЕН потребує комплексного підходу та розгляду БЕН як явища під різними кутами зору.

Під кутом зору *соціуму* (спільноти, суспільства) БЕН є засобом розвитку людського потенціалу, однією з умов сталого розвитку. Як такий, БЕН має постійно оновлюватися, щоб відповідати потребам користувачів, сприяти розвитку технологій та ресурсів, доступу до тих

Таблиця 1. Порівняльна таблиця ЕН та БЕН

Характеристика	ЕН	БЕН
Рівень розгляду (локальний-глобальний)	Замкнена система, освітній заклад, група, дистанційний курс	Відкрите середовище, кілька джерел освітніх послуг, відкриті ресурси
Часовий інтервал	Обмежено терміном навчання за певною програмою	Впродовж життя
Особисто-центричний погляд	Можна враховувати дані щодо навчання, отримані в рамках курсу, системи	Всі дані щодо навчання особи мають бути доступні для оптимізації навчання
Освітні джерела	Рекомендовані джерела, узгоджений вибір	Необмежений доступ до глобальних освітніх ресурсів
Оцінювання якості процесу навчання та його результатів	Інтегральне оцінювання в рамках системи освіти, внутрішнє та зовнішнє оцінювання результатів	Оцінювання не тільки експертами, а й освітньою спільнотою, а також кожним користувачем для себе
Дидактика, форми, методи, стратегії навчання	Рекомендовані освітньою системою, організацією, реалізовані певним викладачем	Вільний вибір з доступних відповідно до рекомендацій та уподобань того, хто навчатиметься
Практична спрямованість, комунікативні методи навчання	Визначено робочою програмою, у межах навчальної групи	На своїх прикладах, вибір спільноти для підтримки
Прийняття рішень	Освітня організація, викладач, обмежена участь учня	Самостійне, з урахуванням рекомендацій
Контекст навчання	Контекст навчання визначено навчальною програмою, середовище не має суттєвого впливу	Контекст може впливати на вибір стратегій навчання, його змісту та обсягу
Процес навчання	Визначений, послідовний, за графіком	Цілеспрямований, але гнучкий, зі зміною цілей
Технології	Користувач має застосовувати технології, які пропонує постачальник освітніх послуг	Користувач може обирати постачальника послуг, який застосовує потрібні йому технології

із них, які потрібні конкретному користувачеві за своїм вмістом та відповідають умовам та контексту застосування. У такий спосіб БЕН виступає як екосистема [8], що розвивається за своїми законами.

Під кутом зору *користувача* навчальних послуг БЕН може розглядатися як персональне навчальне середовище, яке сприяє його самовдосконаленню [9]. Кожен із користувачів має своє бачення середовища, він може налаштувати його, обираючи потрібні інструменти, елементи, користуючись доступними сервісами. БЕН має сприяти пошуку та налаштуванню потрібних технологій, їхньої інтеграції та обміну даними.

БЕН також може виступати агентом з обслуговування освітніх потреб користувача, інформуючи його про необхідність оновити певні компетентності, про можливість отримати сертифікат за навчальні досягнення або про появу нових навчальних ресурсів, які можуть бути корисними чи цікавими.

БЕН створює умови розвитку різних видів навчального контенту. Коло розробників та постачальників розширюється завдяки наявності фахівців, які не є професійними педагогами чи викладачами, але мають змогу вдосконалити свій контент за умови зворотного зв'язку з користувачами. БЕН має реалізовувати механізми індивідуального

планування та керування навчанням, а також механізми визнання та сертифікації навчального досвіду, акредитації різних видів неформальної освіти для забезпечення більш гнучкого вибору шляху навчання.

Під кутом зору розробника контенту БЕН визначає нові умови його використання, тому контент БЕН може відрізнятися від звичайного контенту ЕН. Зокрема, він може бути пристосований для мікронавчання завдяки детальній структуризації, а його проектування та реалізація – враховувати потенційні модифікації протягом застосування.

БЕН слугує механізмом підтримки неочікуваних змін та засобом реалізації безперервної освіти нового типу. Отже, можна стверджувати, що БЕН як об'єкт дослідження має свої специфічні риси та не зводиться до сукупності процесів ЕН, які реалізуються на кожному рівні чи життєвому етапі.

Визначення основних компонентів БЕН

Для побудови моделі БЕН у [10] було запропоновано взяти за основу модифіковану структурну модель Хана (ММХ). Модель Хана [11] містить вісім незалежних компонентів, що відображають різні аспекти ЕН під кутом зору системи, яка має його реалізувати, а саме: організацію, керування, оцінювання, етику, технології, інтерфейс, ресурсне забезпечення та педагогіку. Метою модифікації цієї моделі було переосмислити роль компонентів у сучасних умовах реалізації ЕН та спростити пошук зв'язків між її компонентами, які формуються в процесі розвитку системи ЕН і мають суттєве значення для розуміння БЕН.

Структуру БЕН у вигляді ММХ подано на рис.1.

Зазначмо, що інтерпретацію окремих компонентів моделі Хана оновлено, а саме, замість етики запропоновано розглядати нормативне забезпечення, яке регулює організацію та проведення ЕН, а замість інтерфейсу – сукупність питань, пов'язаних зі взаємодією, зокрема, між учасниками ЕН.

Структурна модель БЕН містить дві групи компонентів: системні, що пов'язані з виконанням певних завдань (функцій) БЕН як системи, та освітні, що відображають сферу застосування системи.

Зокрема, до системних компонентів віднесено:

- *нормативне забезпечення (L)* – це система документів та заходів, що регулюють різні процеси (доступ до навчальних ресурсів та технологій, етичні правила взаємодії, зберігання та використання даних освітнього процесу тощо), яка розташована в нижньому ярусі рис. 1 як база функціонування системи;

- *оцінювання (E)* – це широкий спектр завдань, пов'язаних з визначенням ефективності та якості функціонування системи на підставі інформації, отриманої від інших компонентів, його наведено на рис. 1 у вигляді стрижня, на якому тримаються інші компоненти;

- *керування (M)* – завдання, пов'язані переважно з прийняттям рішень, зокрема, для планування навчальної діяльності. Цей компонент використовує інформацію з шару освітніх компонентів та компонента оцінювання, що відображено його локацією у середині моделі;

- *організація (O)* – сукупність завдань, пов'язаних переважно зі взаємодією із зовнішнім світом (іншими системами) – на рис. 1 її розташовано згори, щоб продемонструвати розподіл між стратегічними та тактичними завданнями системи ЕН.

Основний – середній – шар моделі містить компоненти освітньої групи, а саме:

- *електронні навчальні ресурси (ЕНР) (R)* – сукупність електронних засобів набуття знань, навичок, компетентностей;

- *технології (T)* – засоби створення ЕНР, підтримки процесів навчання (засвоєння знань) та тренування (набуття навичок), оцінювання та аналізу результатів навчання, пошуку та рекомендації ЕНР, планування освітньої траєкторії тощо;

- *дидактичні засоби (P)* – підходи, стратегії, методики, за якими створюють ЕНР та здійснюють ЕН;

- *взаємодія (I)* – сукупність засобів підтримки взаємодії між учасниками навчального процесу в процесі навчання (зокрема, в імерсійних середовищах на зразок доповненої чи віртуальної реальності), спільної роботи, доступу до навчання з різних платформ (наприклад, мобільних).

Така модель з оновленою інтерпретацією компонентів та їхнім трьохвимірним розташуванням є зручнішою для аналізу БЕН. Проілюструємо це наступним прикладом.

Певна освітня організація вирішила розширити число користувачів своїх освітніх послуг, які надавалися за програмою, розрахованою на чотири роки. Для цього частину курсів, уже доступних студентам у дистанційному режимі, було відкрито для загального доступу, а для отримання відповідного сертифікату опанування курсу користувач мав пройти контрольні заходи окремо. У такій спосіб студенти з досвідом могли заощадити кошти, а організація – поширити послуги на тих, хто б не міг оплатити курс навчання. Згідно з моделлю, дистанційний курс (*R*) був уже готовим, але необхідно було змінити умови спілкування (*I*) та оцінювання (*E*), оскільки курс було призначено для самостійного опанування. Умови керування проходженням курсу (*M*) теж треба змінити на індивідуальний графік, а відповідні правила користування відобразити у нормативній базі (*L*). За потреби, слід розглянути необхідність додаткових методичних рекомендацій (*P*) та впевнитися, що курс містить достатньо засобів для самоконтролю, оскільки завдання не будуть перевірятися викладачем. Цей приклад демонструє, що необхідні зміни не локалізуються в окремих компонентах, але структурна модель сприяє їх упорядкуванню.

Оновлена структура та інтерпретація окремих компонентів моделі наближує її до моделювання БЕН, але не враховує особливості БЕН як відкритого динамічного персонально-орієнтованого простору постачальників навчальних та супутніх послуг. Можливу взаємодію між компонентами моделі показано в неявному вигляді через розташування компонентів, без уточнення характеру зв'язків між ними.

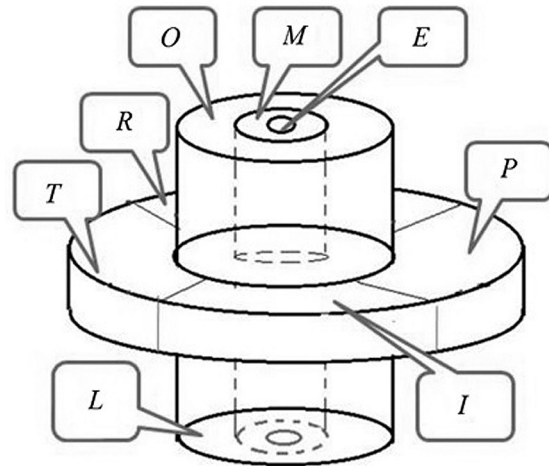


Рис. 1. Структура БЕН у вигляді ММХ: *O* – організація; *M* – керування (менеджмент); *E* – оцінювання; *R* – навчальні ресурси; *T* – технології; *P* – педагогічні аспекти; *L* – нормативна база (етика); *I* – взаємодія (інтерфейс)

Оскільки ані модель Хана, ані її модифікація (ММХ) не відображають ролі користувачів системи та їхній можливий вплив на розвиток БЕН, розгляньмо БЕН під кутом зору користувача. Будемо вважати, що користувачі БЕН можуть виступати у ролі розробників (авторів, творців) окремих елементів БЕН – технологій, методик, ресурсів, постачальників (надавачів) навчальних та супутніх послуг з викладання, тестування, планування, консультування, а також тих, хто навчається (учнів), використовуючи навчальні ресурси, послуги, технології тощо. Зважаючи на розподілений характер БЕН, організаційний та нормативний компоненти можуть змінюватися залежно від поточного локального середовища користувача, в якому враховано умови та вимоги, які продукують ці компоненти, тому для побудови моделі вони далі не розглядатимуться.

Схематично взаємодію окремих груп користувачів з БЕН надано на рис. 2.

Розробники (автори, *A*) контактують з компонентами БЕН, задіяними у процесі створення нового об'єкту (див. рис.2, *a*), а саме:

- розробники технологій мають орієнтуватися на попит користувачів, поточний стан та

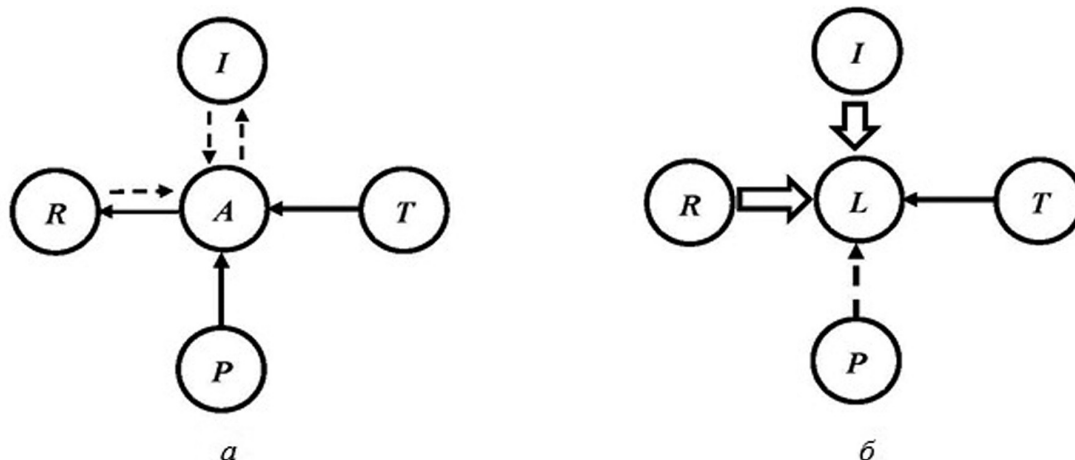


Рис.2. Моделі БЕН: а – для розробника; б – для учня

перспективи розвитку аналогічних технологій та інфраструктури. У своїй діяльності вони, як і проєктувальники засобів взаємодії та співпраці, спираються на відповідні засоби розробки (T), з урахуванням дидактичних рекомендацій, стратегій та методик (P);

- автори навчальних ресурсів та рекомендацій користуються в процесі проєктування набором засобів та об'єктів дидактичного компонента (P), звертаючись до технологій (T) на етапі розроблення та реалізації.

Постачальники освітніх послуг (викладачі та консультанти) використовують у своїй роботі насамперед засоби взаємодії (I) та навчальні ресурси (R), але можуть застосовувати додаткові технології (T).

Учні (L) також працюють із навчальними ресурсами та застосовують засоби взаємодії та додаткові технології (див. рис.2, б). Згідно з [12], ті, хто навчаються впродовж життя, мають самостійно керувати цим процесом, формулювати цілі, оцінювати перспективи й результати, планувати свою навчальну діяльність, взаємодіяти з іншими для досягнення своїх навчальних цілей, враховувати контекст, обирати потрібну навчальну стратегію. Спроможність виконувати такі дії має формуватися впродовж отримання формальної (обов'язкової) освіти. Вибір навчальних ре-

сурсів та планування навчальної діяльності можна підтримати порадами досвідченої спільноти або рекомендаціями, генерованими інтелектуальними технологіями [13]. У такий спосіб, функції компонентів Оцінювання та Керування за межами обраного навчального ресурсу виконуються учнем із використанням відповідних технологій та засобів взаємодії.

Схематичне подання середовища БЕН у вигляді структури не відображає змін, які відбуваються. Для дослідження трансформації БЕН як складної системи в [14] запропоновано визначити інтервали часу, протягом яких певні характеристики БЕН не змінюються, та використовувати для аналізу набір його описів відповідно до визначених інтервалів. У цьому дослідженні вважаємо, що трансформації відбуваються в окремих компонентах БЕН як безперервні процеси. Поточні зміни можуть бути локалізовані, але трансформація одного з компонентів впливає на умови трансформації інших. Розгляньмо, як трансформуються та розвиваються основні компоненти моделі БЕН-ММХ.

Трансформація компонентів

Педагогіку (дидактику) можна зарахувати до найстабільнішої частини моделі, оскільки

форми та методи формального навчання повільно еволюціонують, поступово доповнюючи традиційний набір інноваційними засобами. Те саме стосується і теорій навчання, які не витісняють попередні, а співіснують одна з одною, забезпечуючи можливість вибору найвідповіднішої моделі чи теорії в рамках певної ситуації та контексту. На розвиток БЕН істотно вплинули теорії навчання дорослих [15], поширення яких дозволило суттєво переглянути моделі організації навчального процесу та забезпечило додаткову підтримку методам ЕН. Таким чином, модель розвитку дидактичного компонента умовно можна представити як поповнення сукупності теоретичних підходів і появу методів, методик, процесів навчання, що базуються на цих підходах і мають певний «ареал» застосування.

Розвиток ресурсної компоненти пов'язано, передусім, з накопиченням нових ресурсів, проте розвиток електронних ресурсів можна описувати за допомогою моделі життєвого циклу. Застосування моделей життєвого циклу спричинено необхідністю систематичного опису процесів розробки та експлуатації складних програмних систем [16]. У загальному вигляді модель життєвого циклу системи описує її «життєвий шлях» як послідовність етапів від постановки завдання (вимог до системи), її проектування, реалізації, апробації (тестування) до експлуатації в реальних умовах. Циклічність виникає в разі появи нових вимог до системи, для реалізації яких необхідне внесення змін до проекту. У контексті електронних ресурсів, моделі, що описують розробку (проектування-реалізацію), здебільшого є подібними до моделей зі сфери програмної інженерії, але процес «старіння» навчальних ресурсів має іншу природу ніж «старіння» програмного забезпечення [17].

Зокрема, ресурс може застаріти з таких причин:

- його зміст (навчальний контент) є неактуальним, неінформативним і може представляти лише історичний інтерес;
- спосіб подання навчального матеріалу, застосування мультимедійних засобів (візуа-

лізація, озвучення), методика викладання не відповідають сучасній практиці та очікуванням користувачів;

- технологія, що лежить в основі ресурсу, застаріла, не підтримується сучасними платформами, не відповідає вимогам безпеки чи доступності.

Таким чином, розвиток ресурсного компонента можна уявити як розвиток біоценозу, сукупності навчальних ресурсів різного виду, окремі екземпляри яких мають свій термін життя, який може скорочуватися під впливом розширення популярності та доступності ресурсів іншого виду. Зовнішніми чинниками виступають запити суспільства та технології, під впливом яких окремі види ресурсів «відмирають».

Трансформація компонента взаємодії залежить, з одного боку, від технологічної підтримки комунікації, а з іншого – від уподобань учасників. Види та способи взаємодії учасників навчальної діяльності з навчальними ресурсами і між собою змінюються з розвитком технологій та методик ЕН. Поряд із засобами організації вебінарів і відеоконференцій, що дають змогу відтворити традиційні процеси навчання, доповнивши їх засобами відеозапису та транскрибування (переведення аудіокомунікації в текст), застосовують різні платформи соціальних мереж і хмарних сервісів для зберігання, обміну ресурсами та надання рекомендацій користувачам. Велика увага приділяється реалізації взаємодії в ігрових навчальних середовищах для дітей та дорослих. Наприклад, використання віртуальної реальності у навчанні передбачає не лише створення електронного середовища для виконання певних навчальних завдань, а й реалізацію методики навчання через власний досвід з розвиненою системою підтримки, підказок та допомоги. Таким чином, розвиток компонента взаємодії, як і ресурсного компонента, пов'язаний з розвитком інших компонентів основного шару та розвитком потреб суспільства, тому може також розглядатися як розвиток біоценозу.

Компонент технологій є найдинамічнішим серед компонентів основного шару та має найбільший вплив на зміни у прилеглих компонентах. Згідно з дослідженнями [18], розвиток технологій є двигуном трансформацій та інновацій в освіті та інших сферах суспільства. Значна динаміка змін у сфері ІКТ має особливий інтерес для вивчення причин успіху тих або інших технологій серед користувачів, прогнозування поширення окремих видів технологій, а також можливостей впливу на просування певних технологій.

Моделі розвитку технологій

Розгляньмо основні групи моделей, які доцільно застосовувати у дослідженнях розвитку технологій електронного навчання та освіти (табл.2).

У таблиці, вміст якої частково враховує результати роботи [32], надано узагальнені групи моделей оцінювання та прогнозування розвитку технологій із зазначенням мети та особливостей їх застосування та посиланнями на приклади в сфері технологій електронного навчання.

Моделі *життєвого циклу* дають змогу зрозуміти етапи створення, розроблення та впровадження технології, а також її вдосконалення чи внесення суттєвих змін в подальшому. Оскільки на життєвий цикл технологій електронного навчання впливають не лише зміни в технологічній сфері, а й зміни навчального вмісту та дидактичних підходів, розвиток моделей життєвого циклу або їх врахування в узагальненій моделі розвитку БЕН є важливим завданням.

Моделі *цифрової зрілості* визначають окремі показники організації (рівень обізнаності та навичок персоналу, організаційна культура та керівництво, стратегії розвитку, впровадження технологій тощо), які впливають на перспективи її розвитку за цифрової доби. За підходом до їх побудови та визначення рівнів зрілості, які визначають, наскільки глибоко та системно змінюється організація в процесі впровадження інформаційних технологій, такі

моделі є схожими на відомі моделі якості. В контексті технологій навчання ці моделі дають змогу визначити напрями вдосконалення стратегії розвитку освітньої організації, такі як підвищення кваліфікації персоналу, підтримка впровадження інноваційних рішень, створення системи мотивації та заохочування до розроблення та впровадження цифрового контенту.

Моделі *прийняття та готовності* призначено для визначення можливості та доцільності застосування певних технологій, наприклад, застосування технології понятійного відображення (концептуальних мап) для перевірки засвоєння учнями понятійного апарата певної дисципліни. Такі моделі зіставляють складність і необхідність завдань певного виду з одного боку та технічні засоби їх реалізації та потрібні навички користувачів (студентів, викладачів) – з іншого. Дослідження потенційного прийняття технології за подібними моделями здійснюють і на малих, і на великих групах користувачів.

Зазначені три групи моделей надають детальнішу інформацію щодо поточного стану, тоді як три наступні групи призначені для кращого розуміння трендів і можливих стратегій розвитку, внутрішніх і зовнішніх факторів впливу та призначені для підтримки прийняття управлінських рішень стосовно перспектив розвитку. Моделі *прогнозування* надають картину стану технології у короткочасний період за умови збереження факторів розвитку (наприклад, здешевлення елементної бази, поширення пропускнуої спроможності каналів зв'язку) та сприяють визначенню очікуваних характеристик технологій, які вже застосовують. Моделі *передбачення* орієнтовано на довгостроковий період, вони дають змогу визначити потрібні параметри та функціональні характеристики розроблюваних технологій, а також фактори, які на це впливають. Моделі, які застосовують із метою *аналізу технологій задля майбутнього (FTA)*, базуються на різних методах аналізу поточних технологій, прогнозу їхнього розвитку та соціально-економічного впливу. Їх

Таблиця 2. Основні групи моделей

Назва моделі	Об'єкт	Мета	Інтервал часу	Особливості	Приклади
Життєвий цикл (<i>Life Cycle</i>)	Технології	Визначити етапи розвитку технології	Від ідеї до впровадження чи заміни на іншу	Внутрішнє оцінювання	[19, 20]
Зрілість (<i>Maturity</i>)	Організація	Визначити спроможність вдосконалюватися в умовах змін	Поточний стан	Технології розглядають як фактор впливу	[21, 22]
Прийняття (<i>Acceptance, Adoption</i>)	Організація, професійна група	Визначити готовність до застосування нових методів, технологій	Поточний стан	Фактори: навички, обізнаність, мотивація, підтримка	[23, 24, 25]
Прогнозування (<i>Forecasting</i>)	Застосовувані технології	Визначити очікувані зміни в поточних технологіях	Короткострокове на базі оцінювання поточного стану	Прийняття рішень постачальниками та їхніми клієнтами	[26, 27]
Передбачення (<i>Foresight</i>)	Поширені та нові технології	Визначити бажані напрями розвитку технологій	Довгострокове	Стратегічне прийняття рішень	[28, 29]
Аналіз задля майбутнього (<i>Future-Oriented Analysis</i>)	Застосовувані та експериментальні технології	Визначити перспективи розвитку технологій з урахуванням факторів впливу	Інтервальний прогноз	Визначення зв'язків та впливу різних зовнішніх факторів	[30, 31]

застосовують для визначення перспективних інвестицій, потенційних ризиків і трендів ринку.

Проаналізуємо прогнози розвитку технологій електронного навчання на прикладі щорічних прогнозів *New Media Consortium* та *Educause* [33].

Прогнози поширення нових технологій в освіті

Щорічні прогнози *New Media Consortium* (2004–2017) та *Educause* (2018–2022) є найвідомішими і найсистематичнішими серед прогнозів освітнього застосування інформаційних технологій, у яких на підставі результатів опитувань широкого кола експертів визначено тренди та перспективи поширення нових технологій в освіті, зокрема в університетах. За відповідями експертів визначався набір із шістьох технологій, для яких очікувалося значне поширення серед

користувачів і вплив в освітній сфері впродовж одного року, двох-трьох чи чотирьох-п'яти років. Методика побудови прогнозу не містила етапу аналізу поточного стану застосування технологій в освітніх організаціях та відповідності результатів минулорічних прогнозів реальному поширенню технологій, не враховувала стан розвитку цифрових навичок викладачів, готовності освітніх організацій до постійного оновлення технологій і методик викладання з їх застосуванням. Обмеженість даних для побудови прогнозів, відсутність опосередкованих оцінок за моделями цифрової зрілості та готовності, а також підвищена увага до інновацій без урахування соціо-економічних факторів позначилося на точності прогнозів.

Приклади окремих прогнозованих технологій подано на рис. 3, де по осі абсцис вказано рік, у якому зроблено прогноз, а по осі ординат — очікуваний час її поширення. Для

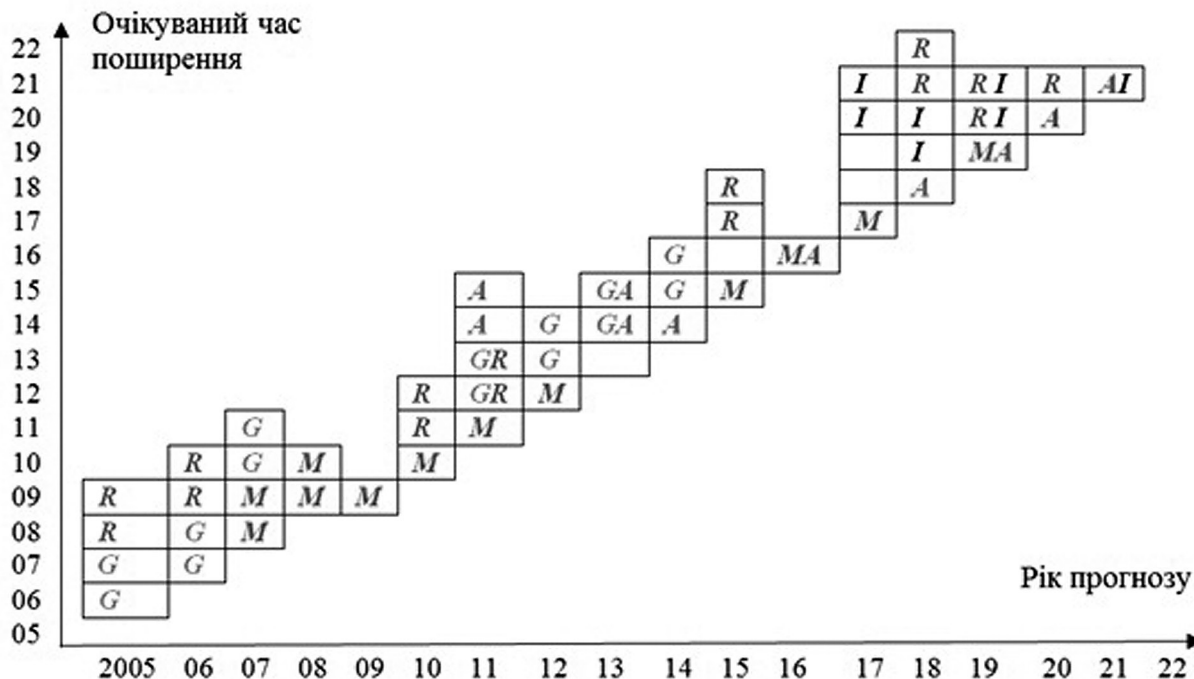


Рис. 3. MPT1 – Прогнози поширення технологій в освіті

Позначки:

R – (AR/VR) технології віртуальної чи доповненої реальності; G – (Gamification) технології навчальних ігор; M – (Mobile) мобільні технології; A – (Learning Analytics) технології навчальної аналітики; I – (Artificial Intelligence) технології штучного інтелекту.

ілюстрації обрано технології, які є найважливішими для розвитку БЕН, а саме – мобільні технології, навчальні ігри та технології гейміфікації (застосування ігрових елементів у навчанні), навчальна аналітика (оброблення великих даних з метою покращення процесу навчання), технології віртуальної та доповненої реальності. Ці технології мають великий трансформаційний потенціал для реалізації нових дидактичних підходів до організації процесу навчання, підвищення мотивації та ефективності засвоєння, а також для формування персонального навчального середовища. Саме тому після появи зразків, які давали змогу оцінити дидактичну цінність та розробити сценарії застосування відповідних технологій у навчальному процесі, експертами передбачалося швидке поширення їх. Втім, ігнорування різних факторів, які впливають на готовність до впровадження, зокрема, фактору

цифрової зрілості освітніх організацій, призвело до того, що очікувані терміни широкого впровадження цих технологій виявилися занадто короткими.

Як можна побачити на рис. 3, експерти поверталися до прогнозів технологій віртуальної реальності та гейміфікації щоразу, коли технології набували зрілості – ставали простішими та дешевшими у застосуванні, краще інтегрувалися в наявну інфраструктуру навчання. Щодо технологій мобільного навчання, прогнози відображають постійний інтерес до розвитку цих технологій, підкріпленого успіхами застосування мобільних додатків, навчальних ігор, зручного доступу до веб-інформації та навчального контенту.

Поширення моделей, призначених для аналізу та прогнозу розвитку технологій, сприяло реструктуризації прогнозів цієї серії останніми роками, зі зміною фокусу

від термінів та передбачень до висвітлення внутрішніх факторів, які могли би сприяти чи ускладнити поширення певних технологій, а також зовнішніх трендів у соціальній сфері, економіці, політиці тощо. Наприклад, серед соціальних трендів визначено інтерес користувачів до короткострокових курсів та практично-орієнтованіших навчальних продуктів, є потреба у мікропідтвердженнях здобутих компетентностей, що пов'язують із економічними наслідками ковідного періоду, тому відповідні технології мікронавчання та мобільних бейджей (сертифікатів) є у центрі уваги користувачів та постачальників навчальних послуг.

Таким чином, розвиток окремих компонентів БЕН відбувається під впливом зовнішніх факторів, зокрема, змін в інших компонентах, тому для розуміння розвитку БЕН потрібно розглянути інтегральну модель як поєднання моделей розвитку компонентів та структурної моделі.

Інтегральна модель БЕН

З огляду на викладене, модель БЕН пропонується подати у вигляді піраміди, в якій компоненти освітнього шару розташовано в кутах її основи, а вершина асоційована з узагальненим користувачем – «Спільнотою» (рис. 4).

«Спільнота», (*Society S*) – це сукупний образ соціального середовища, носія культурних традицій, що продукує норми та правила, за якими реалізують освітні процеси та визнають їх результати. Подання моделі у такому вигляді сприяє визначенню зв'язків між компонентами, які впливають один на одного в процесі розвитку БЕН.

Розгляньмо бокові грані піраміди для визначення напрямів впливу одного з компонентів на інші.

Грань Технології_Спільнота_Ресурси. Для того, щоб задовольнити індивідуальні потреби тих, хто навчається впродовж життя, потрібні різноманітні навчальні ресурси. Електронні навчальні ресурси створюють за допомогою технологій, прикладом яких можуть бути

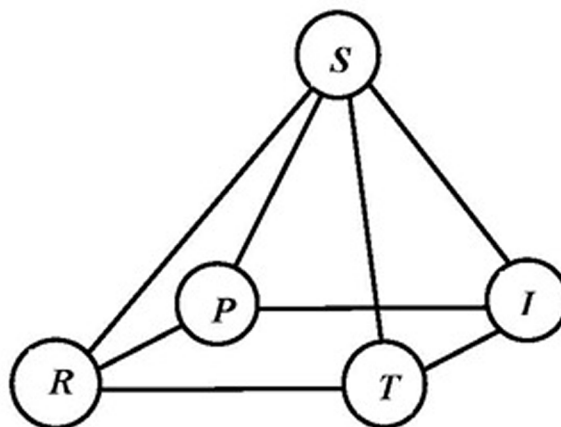


Рис. 4. Модель БЕН

засоби створення відеороликів для *Youtube*, *H5P* для створення інтерактивного контенту чи технології побудови сценаріїв віртуальної реальності. Поширення ресурсів, створених за допомогою певної технології, привертає до неї увагу спільноти, й у такий спосіб сприяє її вибору серед інших технологій такого роду. Проте, технології, що застосовуються для роботи з навчальними ресурсами, не обмежені засобами їх створення. Наприклад, через поширення різноманітних навчальних ресурсів виникає потреба у технологіях для рекомендації тих з них, які би найкраще відповідали поточним побажанням користувача. Рекомендаційні технології ґрунтуються на обробленні інформації щодо наявних ресурсів та їх попереднього використання спільнотою. Таким чином, технології обумовлюють створення та використання ресурсів спільнотою (рис. 5, а).

Грань Ресурси_Спільнота_Дидактика. Попри те, що створення певних видів електронних ресурсів є доступним для всіх, навчальні ресурси, такі як дистанційні курси чи окремі навчальні об'єкти, мають ґрунтуватися на певному дидактичному підході. Застосування у процесі розробки електронних ресурсів цифрової дидактики, психолого-педагогічних рекомендацій, які враховують вікові чи професійні особливості, робить їх привабливішими для самостійного вивчення та сприяє засвоєнню інформації. Таким чином, спільно-

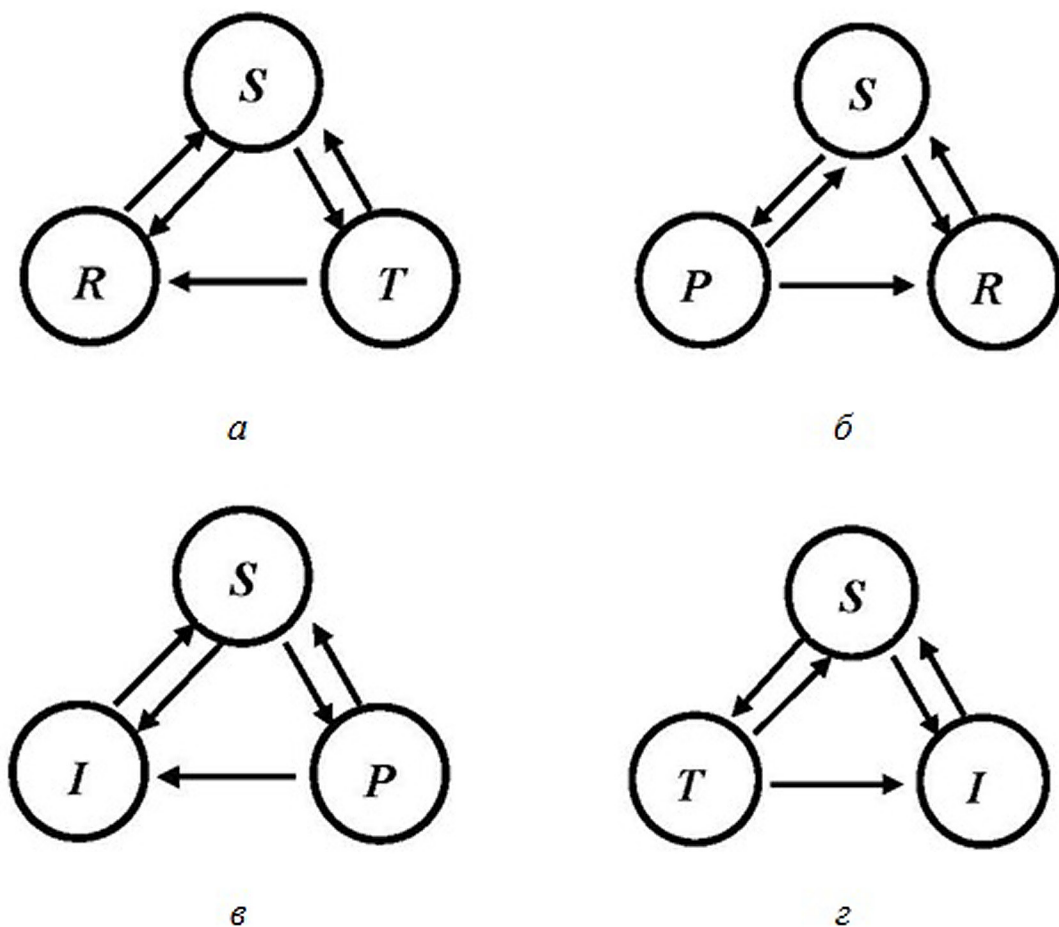


Рис. 5. Взаємодія за моделлю БЕН

a – взаємодія *T-S-R*; *б* – взаємодія *R-S-P*; *в* – взаємодія *P-S-I*; *г* – взаємодія *I-S-T*.

та бере участь у створенні та використанні навчальних ресурсів, а також оцінює ресурси та дидактичні підходи, що використовують у викладанні, щодо їх відповідності сучасним вимогам та очікуванням користувачів (рис. 5, б).

Грань Дидактика_Спільнота_Взаємодія. Визначені спільнотою вимоги до БЕН задля сталого розвитку, описують нові компетентності, пов'язані з розв'язанням нових і комплексних проблем й прийняттям рішень з урахуванням різних поглядів чи джерел інформації. Набуття таких компетентностей потребує нових видів взаємодії для комплексної співпраці, організації роботи проектних груп, доступу до засобів моделювання, подання інтегрованої

інформації та обговорення варіантів. Дидактика також має вплив на форми та характер взаємодії між учасниками навчання. Самостійне навчання відповідно до дидактики дорослих передбачає певний контроль над власними когнітивними процесами, прийняття рішень та відповідальність з боку того, хто навчається, тоді, як для молоді зацікавленість може підтримуватись ігровими прийомами та різними формами інтерактивної взаємодії. Напрями впливу між компонентами відображено на рис. 5, в.

Грань Взаємодія_Спільнота_Технології.

Спільнотою здійснюється вибір таких технологій, які відповідають потребам реалізації певних видів взаємодії. Окрім функ-

ціональності, на вибір впливають інші фактори, як це зазначено у моделях прийняття та доступності. Відповідні зв'язки відображено на рис. 5, з.

Приклади застосування моделі

Розгляньмо окремі приклади, які ілюструють застосування запропонованої моделі.

Глобальний і тривалий характер пандемії Ковід-19 вплинув на потребу суспільства в освітніх технологіях, які б забезпечили відтворення традиційних навчальних процесів в он-лайн режимі. Найпростішим рішенням виявилось застосування вже відомих засобів взаємодії для проведення он-лайн уроків та передачі навчальних матеріалів (ресурсів). Технології підтримки взаємодії (*ZOOM*) дають змогу організувати одночасне опитування всієї групи, показати результати, визначити, чому саме потрібно приділити додаткову увагу, якщо результати групи є гіршими, ніж очікувалось. Інформацію про такі функціональні можливості було відображено у методичних рекомендаціях для вчителів щодо проведення онлайн-занять зі школярами, що сприяло розвитку нових видів навчальної діяльності, підвищенню уваги, вмотивованості та зацікавленості учнів.

Ще один приклад – поширення ресурсів для мікронавчання та застосування мікрокредитів (кількісних показників набуття специфічних компетентностей чи знань, з яких у сукупності

складається компетентність, визначена певною кваліфікацією). Технічна можливість враховувати результати мікронавчання та формувати мікрокредити існувала ще до того, як економічні наслідки пандемії змусили освітні організації пристосовуватися до нагальних потреб своїх учнів, які намагалися оптимізувати свій шлях до отримання роботи. Таким чином, суспільний запит на визнання результатів навчання сприяв розвитку відповідних технологій і ресурсів.

Висновки

У результаті дослідження доведено, що БЕН має свої специфічні риси і не зводиться до сукупності процесів ЕН, які реалізуються на кожному рівні чи життєвому етапі. Модифікована структурна модель Хана, взята за основу моделювання БЕН, містить зайві компоненти, потрібні лише для моделі ЕН в організації. Водночас, модель БЕН має містити компоненту, яка є сукупним образом усіх груп користувачів БЕН, які впливають на його розвиток. Запропонована інтегральна модель БЕН надає узагальнену структуру з визначеним напрямом взаємодії (впливу) між окремими компонентами й у такий спосіб не лише сприяє розумінню трансформацій БЕН, які відбулися до цього часу, а й створює базис для аналізу трендів і побудови прогнозів розвитку БЕН у майбутньому.

REFERENCES

1. Mawas, N. El., Muntean, C.H. (2018). "Supporting lifelong learning through development of 21 st century skills". In 10th International Conference on Education and New Learning Technologies. Jul. 2018, Palma de Mallorca, Spain. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02250150>.
2. Laal, M. (2011). "Lifelong learning: What does it mean?". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, pp. 470-474.
3. Webb, S., Holford, J., Hodge, S., Milana, M., Waller, R. (2019). "Conceptualising lifelong learning for sustainable development and education 2030". *International Journal of Lifelong Education*, 38(3), pp. 237–240.
4. Wulf, C. (2019). "From teaching to learning: Characteristics and challenges of a student-centered learning culture". In *Inquiry-based learning—Undergraduate research*. Springer, Cham. pp. 47–55.
5. Rodrigues, H., Almeida, F., Figueiredo, V., Lopes, S.L. (2019). "Tracking e-learning through published papers: A systematic review". *Computers & Education*, 136, pp. 87–98.

6. Nygren, H., Nissinen, K., Hamalainen, R., De Wever, B. (2019). "Lifelong learning: Formal, non-formal and informal learning in the context of the use of the problem-solving skills in technology-rich environments". *British journal of Educational Technology*, 50(4), pp. 1759–1770.
7. Valverde-Berrocoso, J., Garrido-Arroyo, M. D. C., Burgos-Videla, C., & Morales-Cevallos, M. B. (2020). "Trends in educational research about e-learning: A systematic literature review (2009–2018)". *Sustainability*, 12 (12), 5153.
8. Van de Heyde, V., & Siebrits, A. (2019). "The ecosystem of e-learning model for higher education". *South African Journal of Science*, 115 (5 6), pp. 1–6.
9. Dabbagh, N., Castaneda, L. (2020). "The PLE as a framework for developing agency in lifelong learning". *Education Tech Research and Development*, 68, pp. 3041–3055. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09831-z>.
10. Synytsya, K.M. (2017). "E-Learning Models Analysis for Lifelong Learning". *Kibernetika i vycislitelnaa tehnika*. 2017. no 4 (190). pp. 19–32. DOI: <https://doi.org/10.15407/kvt190.04.019>. [Synytsya K.M. E-Learning Models Analysis for Lifelong Learning. *Кибернетика и вычислительная техника*. 2017. № 4 (190). С. 19–32.]
11. Khan, B. H. (2010). "The global e-learning framework". *E-learning*, pp. 42–51.
12. Geng, S., Law, K. M., Niu, B. (2019). "Investigating self-directed learning and technology readiness in blending learning environment". *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16 (1), pp. 1–22.
13. Savchenko, M., Synytsya, K., Savchenko-Synyakova, Y. (2023). "Recommendation Methods for Information Technology Support of Lifelong Learning Situations". In: Faure, E., Danchenko, O., Bondarenko, M., Tryus, Y., Bazilo, C., Zaspá, G. (eds) *Information Technology for Education, Science, and Technics. ITEST 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 178. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35467-0_33.
14. Manako A.F. (2022). "Systematic Investigation of Continuous E-Learning as a Complex Information System". *Control Systems and Computers*. 2022. no 3. pp. 53–62. <https://doi.org/10.15407/csc.2022.03.053>. [Маанако А.Ф. Системне дослідження безперервного електронного навчання як складної інформаційної системи. *Control Systems and Computers*. 2022. № 3. С. 53–62].
15. Merriam, S.B. (2018). "Adult learning theory: Evolution and future directions". In *Contemporary theories of learning*. Routledge. pp. 83–96.
16. Saravanan, T., Jha, S., Sabharwal, G., Narayan, S. (2020). "Comparative Analysis of Software Life Cycle Models". In *2020 2nd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCCN)*. pp. 906–909.
17. Shruthi, P., Cholli, N. G. (2020). "An analysis of software aging in cloud environment". *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 10 (6), pp. 5985–5991.
18. Gritsenko, V.I., Manako, A.F., Synytsya, E.M., 2018. "E-Transformation in Learning". *Upravlyayushchie Sistemy i Mashiny*, no 4, pp. 3–15 (In Russian). [Гриценко, В. И., Маанако, А. Ф., & Синуця, Е. М. (2018). Е–трансформации в обучении. *Управляющие системы и машины*. 2018. №1. С. 3–15]. DOI: <https://doi.org/10.15407/usim.2018.01.003>.
19. Ruparelia, N.B. (2010). "Software development lifecycle models". *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 35 (3), pp. 8–13.
20. Yu, S. J., Hsueh, Y. L., Sun, J. C. Y., & Liu, H. Z. (2021). "Developing an intelligent virtual reality interactive system based on the ADDIE model for learning pour-over coffee brewing". *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100030.
21. Rossmann, A. (2018). "Digital maturity: Conceptualization and measurement model". *Bridging the Internet of People, Data, and Things : 39th International Conference on Information Systems (ICIS 2018): San Francisco, California, USA, 13-16 December 2018; vol. 2*.
22. Osmá, J.I.P., L PEZ, D.A.G., Porra, A.A. (2021). "Maturity Model for Virtual Education". *Journal Of E-learning and Higher Education*, 4 (11). Article ID 228061, DOI: 10.5171/2021.228061.
23. Lai, P. C. (2017). "The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology". *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management*, 14, pp. 21–38.
24. Taherdoost, H. (2018). "A review of technology acceptance and adoption models and theories". *Procedia manufacturing*, 22, pp. 960–967.
25. Hosseini, S.F., Chan, K, Lee, C., Jeon, M., Son, H., Rudnik, J., Coughlin, J. (2022). "User Adoption of Intelligent Environments: A Review of Technology Adoption Models, Challenges, and Prospects". *International Journal of Human-Computer Interaction*, DOI: 10.1080/10447318.2022.2118851.

26. Brown, M. (2021). "What are the main trends in online learning? A helicopter view of possible futures". *Asian Journal of Distance Education*, 16 (2).
27. Rushby, N. (2013). "The future of learning technology: some tentative predictions". *Journal of Educational Technology & Society*, 16 (2), pp. 52–58.
28. Iden, J., Methlie, L. B., Christensen, G. E. (2017). "The nature of strategic foresight research: A systematic literature review". *Technological Forecasting and Social Change*, 116, pp. 87–97.
29. Saritas, O. (2013). "Systemic foresight methodology". *Science, technology and innovation policy for the future: Potentials and limits of foresight studies*, pp. 83–117.
30. Urbano, V.M., Arena, M., Azzone, G. (2021). "Future-oriented technology analysis: A classification framework". In *Digitalization: Approaches, Case Studies, and Tools for Strategy, Transformation and Implementation*. Cham: Springer International Publishing. pp. 19–37.
31. Cagnin, C., Havas, A., & Saritas, O. (2013). "Future-oriented technology analysis: Its potential to address disruptive transformations". *Technological Forecasting and Social Change*, 80 (3), pp. 379–385.
32. Halicka, K. (2017). "Main Concepts of Technology Analysis in the Light of the Literature on the Subject". *Procedia Engineering*, 182, pp. 291–298.
33. Horizon Reports. [online]. Available at: <<https://library.educause.edu/resources/2021/2/horizon-reports>> [Accessed: 4 May 2022].
34. Savchenko, M.Yu. (2022). Vykorystannya rekomendatsiynykh metodiv dlya informatsiynoi pidtrymky pryynyattya rishennya shchodo vyboru navchal noho resursu pry navchanni protyahom zhyttya. XVI Mizhnarodna naukova konferentsiya «Kontrol i upravlinnya v skladnykh systemakh (2022)». VNTU, 2022. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mccs/mccs2022/schedConf/presentations> (In Ukrainian). [Савченко М.Ю. Використання рекомендаційних методів для інформаційної підтримки прийняття рішення щодо вибору навчального ресурсу при навчанні протягом життя. XVI Міжнародна наукова конференція «Контроль і управління в складних системах (2022)». ВНТУ, 2022].

Received 14.06.2023

K.M. Synytsya, PhD in Technical Sciences, Deputy Director on Research, International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7417-1748>, ksynytsya@irtc.org.ua

A MODEL OF LIFELONG E-LEARNING DEVELOPMENT

Introduction. Lifelong e-learning (LEL) reflects a global view on the possibility of obtaining educational resources, advice, and experience for the purpose of acquiring knowledge and skills, taking into account the individual needs of a particular person. LEL development issues are not connected to a specific organization and are addressed by creating means and tools to support the continuous development of each individual professionally and personally, using learning resources, technologies and strategies that meet the needs and preferences of that individual. Thus, LEL is implemented by means of e-learning, but LEL research, along with the problems of taking into account the previous experience of users and recommending them educational resources that correspond to their cognitive strategies and the context of application, covers the problems of the development of a global network environment supporting lifelong learning, the transformation of the technological basis of educational processes, sharing and protection of personal data.

Purpose. The purpose of this study is to identify and explore the main components and models of lifelong e-learning and to develop an integrated structural model of LEL that will be useful for researching its development and ongoing transformations.

Methods. A modified structural model for e-learning by B. Khan is proposed as a basis for integral lifelong e-learning model development.

Results. The problem of lifelong learning in the digital dimension was analyzed and its main components are determined. To define whether e-learning model is appropriate for LEL modeling, the distinct features of e-learning and LEL are determined and compared. The specifics of each component transformation in the modified e-learning model and interrelationships between them are researched. Models of technology development are analyzed and examples of e-learning technologies transformation in the context of LEL are provided. Finally, an integral structural model of LEL intended for the analysis of its development is suggested.

Conclusion. As a result of the study, it is proved that LEL has its own specific features and is not reduced to a set of e-learning processes that are implemented at each level or life stage. Khan's modified structural model, which is the basis of LEL modeling, contains redundant components required only for the model of e-learning in the organization. At the same time, the LEL model should contain a new component that represents a collective user, i.e. all LEL user groups that influence its development. The proposed integrated model of LEL provides a generalized structure with a defined direction of interaction (influence) between individual components and thus not only contributes to the understanding of LEL transformations in the past, but also creates a basis for analyzing trends and building forecasts of LEL development in the future.

Keywords: *information technologies in education, lifelong e-learning, structural model of e-learning, e-learning technologies, transformation of digital education.*