

**А.Ф. МАНАКО**, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН та МОН України,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8320-3465>,  
03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40, Київ, Україна,  
[alla@irtc.org.ua](mailto:alla@irtc.org.ua)

## МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ КОНТЕКСТИ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ

---

*Статтю присвячено висвітленню міждисциплінарних контекстів дослідження безперервного електронного навчання, що є стратегічною лінією ЮНЕСКО для всіх країн і народів. Основною причиною визнано технічні перетворення – електронне навчання, що розвивалося і надавало дедалі новіші можливості для зміни категорії форм та змісту навчання, підходів, моделей, технологій. Визначено основні умови зародження нового напрямку навчання в ракурсі міждисциплінарного розгляду, який розглядається у статті як стратегічний напрям, беручи до уваги, що навчання є міждисциплінарною наукою. Виокремлено низку важливих положень навчання, сучасну схему цифрових трансформацій з позицій безперервного електронного навчання, запропоновано новий погляд на деякі аспекти цифровізації. Розглянуто питання життєвого циклу безперервного електронного навчання, умовні процеси цифрових трансформацій, склад електронних просторів, дії принципу нових задач та інтегрального задачного підходу. Стаття є актуальною і містить нову корисну інформацію, яка може бути базою для подальших широкомасштабних фундаментальних досліджень та практичних реалізацій.*

**Ключові слова:** система, постулати, цифрові технології, трансформації, цифровий простір, принцип нових задач, інтегральний задачний підхід.

### Актуальність

На сучасному етапі оприлюднено багато національних та міжнародних документів, які присвячено змінам у сучасному світі під впливом цифрових технологій. Вони зумовили новий крок досліджень майже в усіх напрямках життєдіяльності, які, в свою чергу, стимулювали нові моделі, методи та технології. Дедалі більшої вагомості набуває навчання. Під гаслом ЮНЕСКО визначено новий шлях людства у напрямі безперервного електронного навчання під впливом інформаційних та комунікаційних технологій. Цифрові технології електронного навчання стали віссю, навколо якої розвиваються нові течії

електронного навчання. Природно, що змінюються форма та зміст навчання, тобто у відповідності до реалізації принципу нових задач продукуються нові виклики, на які потрібно дати відповідь. Дуже часто без задіяння міждисциплінарного підходу дати відповідь неможливо. Саме така ситуація склалася у даному випадку, для дослідження потрібно розглядати разом технології електронного навчання, цифрові технології, математизацію тощо. Отже, вирішити задачу можна тільки на рівні міждисциплінарних досліджень, що дозволить отримати широкий спектр наукових напрямів і низку теоретичних і практичних результатів. Це акцентує той факт, що такими

проблемами займаються на різних рівнях і з різними задачами в багатьох організаціях. Для того, щоб досягти успіхів у вирішенні проблем і задач, необхідно здійснювати фундаментальні комплексні дослідження.

**Головна мета** – дослідження міждисциплінарних процесів взаємозв'язку в умовах безперервного електронного навчання та супутніх проблем.

## Постановка задачі

Дослідження та представлення процесів і явищ навчання в цифровому просторі за часів трансформацій, представлення електронного простору безперервного навчання, що стимулює практичні роботи; розробка інтегрованого задачного підходу для підтримки цілеспрямованого розвитку безперервного електронного навчання (БЕН).

## Коротко про навчання

Положення, на яких базується традиційне навчання:

- навчання основа розвитку суспільства, воно корелюється із соціальними контекстами;
- навчання було й буде завжди, воно є безперервним процесом із різними формами та змістом;
- зміст навчання безперервно поповнюється новими знаннями відповідно до соціального контексту епохи, а це потребує безперервного навчання;
- форми навчання повільно змінюються, форма і зміст збалансовані відповідно до вимог епохи;
- навчальний простір є фрагментом безперервного навчання, він розширюється і не має обмежень.

У різні епохи навчання базувалося на відповідних часові педагогічних підходах і теоріях. Поява електронного навчання внесла свої суттєві трансформації. Електронне навчання з'явилося в 50–60 роках ХХ століття і спричинило докорінні зміни у формі, змісті та часі. Подаємо сучасні типи розуміння [1].

- «*E-Learning навчання за допомогою Інтернету і мультимедіа*», або «*E-Learning – навчання, побудоване з використанням інформаційних і телекомунікаційних технологій*. Охоплює весь спектр дій, починаючи від підтримки процесу навчання. За визначенням фахівців ЮНЕСКО [1].

- «*E-learning, скорочення від англ. Electronic Learning - система навчання, за допомогою інформаційних, електронних технологій*». [1].

Тлумачення терміну вказує на те, що не вирішеним є питання щодо його сутності. Потрібно також згадати, що термін «електронне» охоплює аналогові та цифрові технології, причому, на теперішній день цифрові технології замінюють аналогові та стають головними, а епоха часто називається цифровою [2]. В умовах швидкої зміни технологій не суттєвим стає період тривалістю двадцять-тридцять років. Таким чином, справедливими є наведені типи визначень. Справедливим є твердження, що будь-яке навчання базується на одночасному використанні моделей, методів і технологій. Електронне навчання стало початковою точкою формування нового наукового міждисциплінарного напрямку – безперервного електронного навчання. Якщо його розглядати в технологічному ракурсі, то можна представити у вигляді множини гетерогенних моделей, методів і технологій, які можуть замінюватися без втрати якості основного процесу. Технології мають свій життєвий цикл, і спільне використання їх спрямовано на забезпечення належного рівня якості навчального процесу. У технологічному ракурсі розгляду можна стверджувати, що реалізація провідного принципу В.М. Глушкова – математизація процесів і явищ – для БЕН є основною рушійною силою розвитку сутності. Принцип постановки та виконання нових задач лежить в основі розвитку всіх складових елементів БЕН, центральну роль відіграють технології електронного навчання, які стали головною віссю БЕН, що за багатьма параметрами визначає можливості подальшого комфортного розвитку.



Рис. 1. Схема представлення елементів, що впливають на розвиток БЕН

У процесі навчання задіяно педагогічні моделі, методи та технології. Саме від їх комбінацій використання, які управляються цілями навчання, залежить кінцева якість. Вона теж може управлятися результатами прийняття рішень у процесі педагогічного проектування, що може бути індивідуальним або колективним. Для реалізації використовуються інформаційні та педагогічні технології, підкріплені методами та моделями, педагогічними, інформаційними, технологіями супутніх знань. Стратегічний вектор навчання визначається соціальними контекстами розвитку та політичними аспектами організації навчання в країні, їхніми цілями і задачами, супутніми інноваціями, які позначені та обумовлені викликами епохи. На рис. 1 надано схему представлення загальних елементів, що керують БЕН. Саме через їх перетворення відбувається перетворення БЕН. Соціальний контекст – це комплексна сукупність обставин, що характеризують ситуацію, яка стосується індивідууму або спільноти.

Суспільством отримано небувалий потенціал завдяки постійному розвитку інформаційних технологій і водночас поштовх для розвитку навчання, в якому інформаційні технології відіграють велику роль у реалізації процесів – набуття знань, вмінь та навичок з новою формою та змістом навчання.

### Трансформація як рушійна сила розвитку безперервного електронного навчання

Глобальні трансформації сучасного світу вимагають ретельного дослідження та вивчення цифрових трансформацій у різних соціальних контекстах. Говорячи про БЕН, неможливо обминути проблему цифрових трансформацій.

Цифрова трансформація (*Digital Transformation*) – це термін, що показує і підкреслює глобальність світового процесу. Її потрібно не лише використовувати, а й розвивати, повинні змінюватися і процеси культури використання, задіюватися інноваційні рішення на благо користувачів. Потрібно чітко розуміти, що змінює спосіб мислення і життя, як зазначено в звіті американського Інституту Брукінгса [3]. Проблеми цифрових трансформацій потрапили у фокус уваги багатьох розвинених країн світу з великим потенціалом, що дає новий стратегічний напрям дослідження, а практичні впровадження розвиваються надзвичайно бурхливо. Надамо загальну схему представлення галузі трансформації у безперервному електронному навчанні. Вона є розвитком ідей загальних трансформацій шляхом додавання елемента «об'єкт» стосовно трансформацій БЕН [3]. Це явище

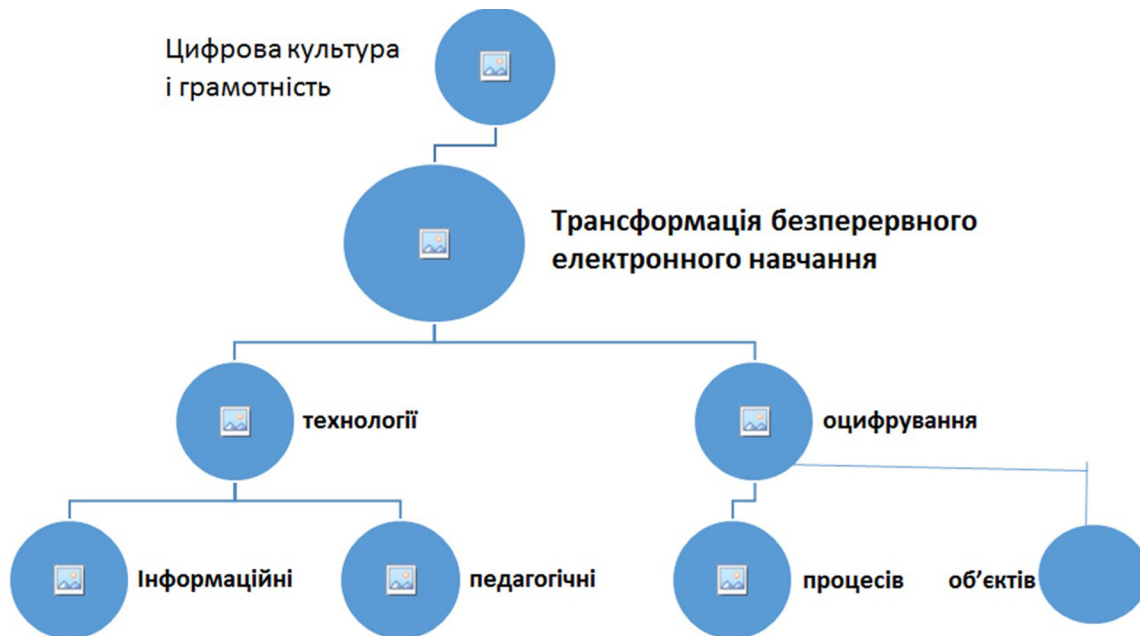


Рис. 2. Схема трансформацій безперервного електронного навчання

притаманне становленню змінювання реальності. Процеси глобалізації, індустрія 4.0 інтелектуального виробництва, що вважається ерою технологічної революції та цифрової трансформації й має назву *DX*, корелюють із структурно-функціональними трансформаціями, адаптуючи їх до активного використання в умовах суспільства. Схему трансформацій БЕН представлено на рис. 2. Деякі фахівці вважають, що цифрова культура та цифрова грамотність теж належить до цифрових трансформацій. Потрібно не ототожнювати цифровізацію з цифровими трансформаціями. **Digitalization** (цифровізація) — це використання цифрових технологій, зміна засобів комунікації та взаємодії.

Дамо пояснення. Трансформація — це глобальний процес, який складається із взаємопов'язаних процесів та об'єктів, представлених на рис. 2. Найвідомішими є інформаційні та педагогічні технології, які не потребують додаткових пояснень. Загалом до предмету вивчення існують системний підхід, процесний та проектний підходи. Привертає увагу термін «оцифрування», що асоціюється у багатьох випадках з процесом сканування

навчальних текстів. Відповідно до ІТ-глосарію Гартнера, «оцифрування» — це процес переходу від аналогової до цифрової форми». Оцифрування навчальних процесів займає все більше уваги у спеціалістів. Оцифрування навчальних об'єктів є надзвичайно важливим і складним елементом, який суттєво вплине не тільки на процеси розуміння, а й на процеси успішної реалізації навчальної аналітики, а значить підвищить якість навчання.

Сформовано єдиний кластер, *digital hub*, де зосереджено напрями [4].

- Цифрові рішення (управління продуктами, управління проектами, управління ресурсами).
- Розробка програмного забезпечення (дизайн цифрових рішень, розробка, тестування та аналіз якості, архітектура рішень, бізнес-аналіз).
- Аналіз даних (машинне навчання, алгоритми штучного інтелекту, архітектура й інжиніринг даних).
- Цифрова інфраструктура (*Development operations*, бездротові технології, Інтернет речей, Хмарні рішення, кібербезпека).

Усе перелічене дозволяє створювати, підтримувати та існувати БЕН. Зрозуміло, яку

Табл. 1. Рівні зрілості БЕН

Назва етапу	Ступінь та загальна ідеологія використання	Приклад
Початковий	Одиничне використання	Сканування одного документа або одного пакета документів для потреб навчального закладу
Формальний	Ітеративне стохастичне використання, недостатня ступінь проробки питання, непорозуміння	Впровадження засобів та систем підтримки навчання, комунікацій без чіткої мети та ідеології подальшої найкращої реалізації. Досягнуто обмежений ефект без подальшого розвитку
Стратегічний	Цілеспрямоване використання та розробка наступних елементів цифрових технологій	Впровадження декількох процесів і систем, спрямованих на підтримку навчальної діяльності та цифрової культури. Наявність реальних планів подальшого розвитку, наявність експериментів з використання навчальної аналітики для індивідуалізації освітніх успіхів індивідуума
Конверсований	Сформована культура розвитку та роботи з цифровими трансформаціями. Чітко визначені та зрозумілі цілі. Підготовлений персонал	Наявність у керівного органу, наприклад, міністерства, чіткого, обговореного на всіх рівнях плану з методичними рекомендаціями з впровадження. Наявність робочих планів з впровадження навчальних процесів для всіх груп користувачів, проведення організаційних зборів та початок навчання
Інноваційно-адаптивний	Докорінна зміна організаційної структури, кожний крок – цифровий	Докорінне перетворення закладу та коригування правил функціонування в нових умовах, наприклад, цифрова школа, що функціонує зі зміненими правилами

Табл. 2. Приклад опису характеристик *dS*

Характеристики	Приклади джерел для покращення розуміння характеристики
Простір, який забезпечує цифрові можливості для діяльності всіх	Міжнародні документи, стандарти, довідники, інструкції
Розв’язування задач	Методи розв’язання задач, відповідні цифрові технології, інструкції відповідних інформаційних систем
Групи (користувачів) та організації його/їх взаємодії	Спеціалізовані методичні посібники, інструкції, відповідні міжнародні та національні стандарти
За допомогою логічно зв’язаних мереж, середовищ, систем	Спеціалізовані інструкції. Міжнародні та національні технічні стандарти, рекомендації

роль у процесі відіграє математизація та побудова абстрактних моделей представлення. Це перший крок у побудові, наприклад, математичної моделі учня. Вона потрібна для задіяння навчальної аналітики, для підвищення якості індивідуального навчання на базі використання Хмарних технологій і властивостей Великих даних. Можна навести багато інших прикладів. Дедалі більше про-

дується наукових задач, які пов’язані з цифровою трансформацією об’єктів навчання та освіти, а саме, учня, закладу, шоденника, атестата, предмета тощо.

Для цифрової трансформації суттєвим є проходження п’яти рівнів зрілості, коли цифрова оцінка зрілості використовується як стандартизована структура для визначення загальних можливостей. Оцінка та підвищення



цифрової зрілості для БЕН дозволяє досягати кращих результатів і стійкості, що особливо потрібно в період форс-мажорних змін навчання, характерних для раннього періоду цифрових трансформацій. Дуже часто це є складною процедурою і організація не завжди може її виконати. У табл. 1 представлено рівні зрілості процесів безперервного електронного навчання.

Своєю чергою, цифрова культура має своє місце у процесах формування суспільства і її потрібно вивчати. Цифрова культура – це система правил поведінки людини, яких вона дотримується під час використання цифрових технологій, в її основі лежить критичне мислення, цифрова та візуальна грамотність, що є окремими навчальними дисциплінами [4].

До цифрової культури також належать: відкритість комунікації між різними рівнями в ієрархії, робота на основі великих даних, відкритість до радикальних змін (*disruption*), відкритість для рішень, які докорінно змінюють звичні моделі тощо.

Для БЕН цифрова культура відіграє подвійну роль: вона впливає на протікання процесів трансформації, з одного боку, з іншого – продукує нові спеціалізації стосовно навчальних послуг, впроваджує їх, у такий спосіб стимулюючи розвиток цифрових трансформацій. Навчальні комунікації змінили форму протікання багатьох процесів, вплинули на формування технологічних моделей використання та формування педагогічних утворень різної природи, у багатьох випадках вплинули на процеси формування навчального контенту. Цифрові трансформації змінюють форму і зміст навчання, розвиваючи та збагачуючи його потенціал. Суттєве значення має рівень зрілості цифрової трансформації, У табл. 1 представлено рівні зрілості цифрових трансформацій БЕН [5].

Питання вибору моделі оцінки або адекватного методу оцінки цифрової зрілості в умовах БЕН залишається відкритим, але потрібно працювати у цьому напрямі.

Водночас потрібно чітко уявляти, що БЕН є безмежно складною гетерогенною системою,

яка складається з необмеженої кількості систем, що перебувають у різних станах життєвої зрілості. Досягти одночасного інноваційно-адаптивного стану величезна складна інформаційна система неспроможна, вона перебуває у стані постійного розвитку та вдосконалення. Постійно відбуваються процеси постановки та реалізації нових задач та їхнього вирішення та адаптації. Це основна рушійна сила розвитку БЕН технологічної природи. Саме такою і повинна бути система навчання, в іншому разі вона буде не життєздатною.

### **Електронні простори безперервного електронного навчання**

БЕН – це цифровий простір (*dS*), який керується відповідно до встановлених правил, стандартів та настанов цифрової культури (*RdS*), він доступний користувачам на екранах цифрових пристроїв [7], підтримує цифрові процеси, засоби цифрової взаємодії, цифрові інформаційні ресурси, цифрову інфраструктуру та інші сутності, що є характерними для цифровізації загалом [8]. Представлення розширення цифрового простору до глобального подано в [10]. (Див. далі також табл. 2 з описом характеристик *dS*.)

Розроблено модель просторів БЕН *dS* із такими складовими:

Простір електронного навчання – це цифровий простір, призначений для освітньої та навчальної діяльності з відповідною інфраструктурою, розвинутими комунікаціями й за підтримки систем електронного та дистанційного навчання, електронними бібліотеками тощо. Коротко дамо науковий міжнародний погляд на ресурс.

У відповідності до моделі *IFLA FRBD* [11] сутність «інформаційний ресурс» може перебувати в таких станах: <абстракція>, <вираз>, <маніфестація>. Створювач інформаційного ресурсу виробляє <a> (<абстракція>), <a> реалізується через <v> (<вираз>) і доступна у вигляді <m> (<маніфестація>, <примірник> маніфестації). Пояснення: сутність <v> – це

сутність <a>, яка існує в часі та просторі, але не в доступній формі; <маніфестація> – це доступний інформаційний ресурс. Модель *IFLA FRBD* визнає, що інтелектуальні роботи (*works*) можуть мати своїм суб'єктом:

( <a>, <в>, <м>, <п>);

особи, організації та інструменти; поняття, об'єкти, події тощо.

*Науково-навчальний простір (ldS)* – це цифровий простір, призначений для задоволення потреб БЕН, що має цифрову інфраструктуру та використовує переважно підготовлений навчально-орієнтований контент. Приклад *ldS* – *простір електронного навчання*, призначений для освітньо-навчальної діяльності з відповідною інфраструктурою, розвинутими комунікаціями за підтримки систем електронного та дистанційного навчання, електронними бібліотеками тощо.

*Інноваційний простір (ildS)* – цифровий простір, призначений для підтримки інноваційної діяльності, проведення навчальних експериментів та просування результатів.

*Простір змішаного навчання (bldS)* – це суміш традиційних і цифрових просторів, яка керується онлайн-процесами.

*Простір змішаного навчання*. Комфортний освітній простір для підтримки змішаного навчання, що існує у традиційному та електронному просторі.

*Науково-виробничий простір з підтримки БЕН (eedS)* – це цифровий простір, який забезпечує цифрові можливості для всіх учасників науково-виробничої діяльності, також і для індивідуальних створювачів. Його можна використати для розв'язування технологічних задач.

У табл. 2 надано опис характеристик *dS*.

Таблиця дає змогу уявити початкову сутність БЕН; показує, як починати роботу з дослідження та розробки електронних просторів. Зрозуміло, що з часом пояснення для розуміння можуть змінюватися.

Таким чином, модель простору БЕН представлено як керувану комбінацію зазначених просторів:

$dS = \{\{RdS\}, \{ldS\}, \{ildS\}, \{idS\}, \{eedS\}, \{bldS\}\}$ , у вигляді певного класу систем «вхід-вихід»,

прийняття рішень, що будується на базі системної методології.

На рис. 3 представлено умовну схему просторів безперервного електронного навчання з задіянням філософських понять а саме, перехід реальності в нову реальність під впливом трансформацій. Підкреслимо, що розвиток БЕН розглядається в контексті постановки або вирішення задачі про цифрові трансформації. У процесах, що відбувається, уточнюємо підхід до розгляду та поєднуємо представлення умовних зображень виокремлених просторів із додатковими. Реальність, завдяки процесам трансформації, перетворюється на нову реальність, яка доповнює БЕН і стає її сутністю. Цикл повторюється, постійно змінюючи стан, який потрібно постійно моніторити для досягнення розвитку країни за загальноприйнятими міжнародними стандартами.

Умовна схема не лише забезпечує ґрунтовне розуміння об'єктивної реальності, а й спроможна давати наукові прогнози (сценарії майбутнього розвитку). Встановлено, що перехід від реальності до нової реальності відбувається завдяки трансформаціям, що складаються внаслідок процесів різної природи, спрямованих на отримання нової сутності. В умовах середовища БЕН вона стає новим елементом БЕН. Обґрунтовується подальша маніфестація, розширення, доповнення та корекція теоретичних засад можливого підходу або методу і застосування адекватних педагогічних технологій. Пошук оптимального можливого рішення поставленої проектною задачі починається із зародження ідеї для розробки нової сутності або процесу, системи або об'єкта.

Актуальним завданням є забезпечення цілеспрямованого розвитку БЕН за принципом нових задач. Важливо безперервно вдосконалювати прогресивні технології, рішення і підходи з новими задачами для підтримки безперервного цілеспрямованого прогресу.

Важливими процесами БЕН є такі:

*Зміна соціального контексту*. Це процес зміни соціальних, політичних або культурних

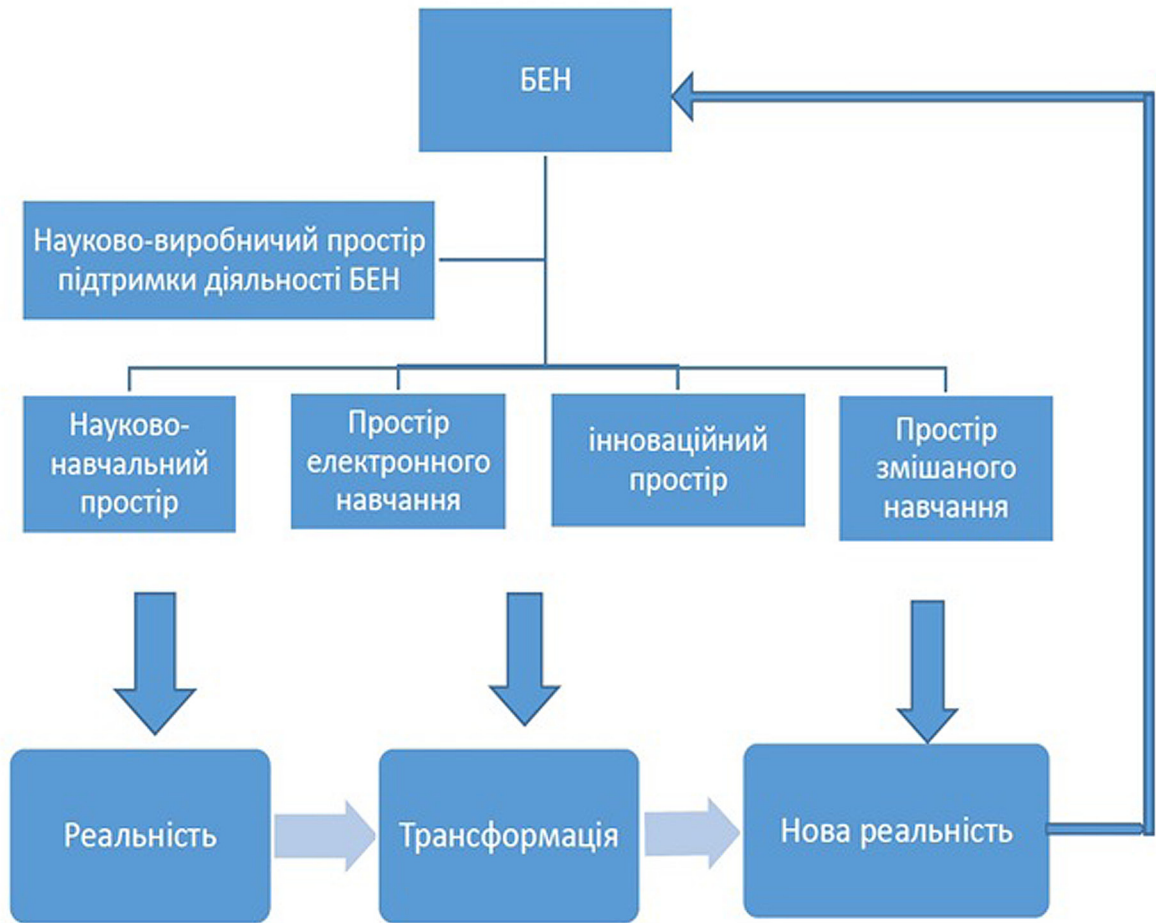


Рис. 3. Умовна схема взаємодії просторів і процесів безперервного електронного навчання

явищ і потреб, які вимагають нових рішень і процесів для вдосконалення потрібних сутностей. Наприклад, новий стан, проблема, поява нової сутності або її зміни в *RdS* потребують відповідного вирішення задач різної природи та прийняття інтегрованих рішень.

*Зміни сфери застосування компонентів БЕН.*

*Оновлення математичних та інших моделей, встановлених правил, стандартів та настанов цифрової культури.*

*Зміни в технологічній та інструментальній базах.*

Таким чином, для забезпечення цілеспрямованого розвитку БЕН, зокрема, зазначених потреб і процесів, необхідне активне застосування оцифрування та математизації з подальшою реалізацією, а також інтегрований

задачний підхід, який би допоміг досягати уніфікованих рішень і практичних результатів.

### Інтегрований задачний підхід

Позначимо *LLS* – системи безперервного навчання. Отже виникає потреба у розробленні інтегрованого задачного підходу для вирішення проблем цілеспрямованого розвитку *LLS*.

З урахуванням зазначеного, стратегією цілеспрямованого розвитку *LLS* передбачається, по-перше, визначити структуру наступної маніфестації *LLS* на базі структур попередніх маніфестацій *LLS* та встановлених цілей. По-друге, створювати наступну маніфестацію *LLS*, застосовуючи процедуру інтеграції попередніх маніфестацій *LLS*.



Нехай маніфестація деякої *LLLS* – це *LLLS*, до ресурсів якої був, є або може бути доступ для кінцевих користувачів. Стартова маніфестація *LLLS* зазвичай визначається у встановленому контексті.

Позначимо  $V(k)$  – опис об’єктів  $k$ -ої маніфестації *LLLS*. Тоді опис наступної маніфестації *LLLS*  $V(k+1)$  визначається у такому вигляді:

$$\left\{ V(k)_{ij}, i=1, 2, \dots, m(k), j=1, 2, \dots, e(k) \right\} \rightarrow V(k+1)_i, \quad (1)$$

$$\left\{ V(k+1)_i, i=1, 2, \dots, m(k) \right\} \rightarrow V(k+1), \quad (2)$$

де:

$V(k+1)_i$  – це опис  $i$ -го компонента (складової)  $(k+1)$  маніфестації *LLLS*;

$V(k)_{ij}$  – це опис  $j$ -ї маніфестації  $i$ -го компонента (складової) в  $(k)$  маніфестації *LLLS* (Для зручності викладу припускається, що деякі з них є пустою множиною);

$\rightarrow$  – відображення (процес формування опису). Всі компоненти (складові) з описами  $V(k+1)_i$  є інтегрованими в  $(k+1)$  маніфестації *LLLS*.

У феноменологічному підході до побудови формалізованого опису поведінки *LLLS* та їхніх компонентів як об’єктів додаткової структури для  $V$  будь-яку *LLLS* можна розглядати як систему прийняття рішень (СПР). Позначимо  $X, Y$  – вхідний та вихідний об’єкт *LLLS*  $\check{S}$ . З урахуванням представлення *LLLS* у вигляді (1)–(2) можна визначити її як систему прийняття рішень виду

$$\check{S} = \{(X, Y) \mid Z_x, x \in X\},$$

де  $Z_x$  – це набір задач. Причому, якщо задано  $Z_x, x \in X$ , з множиною рішень  $R^*$  і відображенням  $TR^Z : R^* \rightarrow Y$  та  $\forall x \in X \text{ і } \forall y \in Y$  пара  $(x, y) \in \check{S}$  тоді і тільки тоді, коли існує елемент  $\pi \in \pi^*$ , який є розв’язуванням задачі  $Z_x$  і  $TR^Z(R) = y$ . Часто  $R^* = Y$ , тобто вихідний об’єкт є розв’язком поставленої задачі, а  $TR^Z$  є тотожним відображенням.

Цілеспрямований розвиток *LLLS* здійснюється для досягнення взаємоузгоджених численних цілей. При цьому деяка мета вважається досягнутою, якщо розв’язано певну сукупність задач  $Z$ , пов’язаних з нею. Тоді для визначення стратегії цілеспрямованого

розвитку *LLLS* потрібно визначити частковий порядок на множині її описів та задач  $\{V, Z\}$ .

Інтегрований задачний підхід з моделювання цілеспрямованого розвитку *LLLS* за визначенням є процесом успадкування на множині  $VZ = \{V, Z\}$ . Ясно, що  $VZ$  є узагальненим конструктивом, що охоплює будь-які встановлені або уявлені напрями, контексти, ситуації, аспекти тощо цього цілеспрямованого розвитку. Зауважимо, що множини  $VZ$  зручно розглядати у часі як множини трійок  $VZ$  з умовою якщо  $y \leq x$ , то  $x = y$ .

Тоді підмножина  $X \subseteq VZ$  є «успадкованою минулого, поточного та майбутнього (прогнозованого) часу».

Нехай  $VZ$  – це частково впорядкована множина, тобто пара  $(VZ, \leq)$ , де  $VZ$  – множина, а  $\leq$  – відношення часткового порядку на  $VZ$ , що задовольняє наступним умовам:

- *рефлексивність*:  $x \leq x$ ; для кожного  $x \in VZ$ ,
- *транзитивність*: якщо  $x, y, z \in VZ$  та  $x \leq y$  і  $y \leq z$ , то  $x \leq z$ ;

▪ *антисиметричність*: якщо  $x \leq y$  і  $VZ$  замкнена під час руху «вгору», то  $y \in X$ .

У реальних умовах та обставинах потрібно формально визначити різні упорядкування конструктивів *LLLS* у вигляді ієрархічних структур, які можливо й не будуть найкращими у певному контексті або ситуації, проте вирішальним є те, що людям їх значно простіше розуміти та використовувати. Одним з таких конструктивів є  $\{O, Z\}$  – комплекс концептів *LLLS*  $\check{S}$ , де  $\{O\}$  – множина об’єктів *LLLS*  $\check{S}$ , а  $\{Z\}$  – множина задач  $\check{S}$ .

Якщо проаналізувати приклади задач цілеспрямованого розвитку  $\check{S}$ , то їхніми типовими компонентами є наступні процеси:

- а) Для заданого набору задач  $Z^*$  з  $\{Z\}$ , побудувати увесь набір об’єктів  $O^*$ , необхідних і достатніх для вирішення  $Z^*$ . Формальний запис цього процесу за допомогою оператора виведення:

$$B \subseteq Z \rightarrow B^+ = \{o \in O \mid (o, z) \subseteq (O, Z, P) \forall m \in B\}. \quad (3)$$

Цей оператор виведення обчислюється для встановлення відповідності між набором задач  $B$  та набором усіх об’єктів з  $O$ , необхідних і достатніх для вирішення  $B$ .

б) Для заданого набору об'єктів  $O^+$  обчислити набір всіх задач  $Z$ , що є спільними для  $O^+$ . Формальний запис за допомогою оператора виведення:

$$A \subseteq O \rightarrow A^+ = \{z \in Z \mid (o, z) \subseteq (O, Z) \forall o \in A\} \quad (4)$$

Цей оператор виведення обчислюється для встановлення відповідності між набором об'єктів  $A$  та набором усіх задач, зв'язаних із кожним об'єктом  $A$ .

Застосування операторів виведення (3)–(4) двічі – з  $O$  до  $M$  та з  $M$  до  $O$ , тобто  $A^{++}$ , та навпаки, тобто,  $B^{++}$  – дозволяє обчислювати замикання операторів (3)–(4) на  $\{O, Z\}$ . Концепт на  $\{O, Z\}$  – це пара  $(A, B)$ , де  $A \subseteq O$ ,  $B \subseteq Z$  і  $A^+ = B$ ,  $B^+ = A$ . Між концептами множини  $(A, B)$  на  $\{O, Z\}$  встановлюються  $\leq$  – відношення підконцепт–надконцепт з частковим ієрархічним порядком:

$$(A1, B1) \leq (A2, B2) \Leftrightarrow A1 \subseteq A2 (\Leftrightarrow B2 \subseteq B1). \quad (5)$$

Множина всіх концептів на  $\{O, Z\}$ , які впорядковано за допомогою відношення (5) підконцепт–надконцепт, у теорії ґраток називається ґратками концептів. Застосування ґраток концептів на  $\{O, Z\}$  дозволяє забезпечувати можливість цілеспрямовано і взаємоузгоджено визначати, аналізувати, синтезувати, прогнозувати та оцінювати в явному вигляді ієрархії комбінації об'єктів і задач *LLLS*.

Далі можна створювати формалізовані описи постановок задач для детального розгляду. Таким чином, можна забезпечити цілеспрямований розвиток і здатність визначати, аналізувати, синтезувати, прогнозувати та оцінювати в явному вигляді ієрархії комбінації об'єктів і задач *LLLS*.

## Результати досліджень

Уперше розглянуто малодосліджений технологічний аспект БЕН, при цьому багато сутностей описуються шляхом математизації об'єктів і процесів та представляють нове бачення і значення елементів і конструкцій БЕН. Обґрунтовано висновок, що електронні технології навчання є віссю розбудови сучасних

навчальних сервісів і стимулюють розвиток БЕН. Надано представлення сучасного бачення розвитку БЕН. Цифрові технології змінюють суспільство та інформаційний простір, який стає все більш цифровим, і тому доцільно якомога швидше трансформувати традиційні технології, методи, моделі і сталі підходи. Традиційні процеси та об'єкти, потрібно не тільки зробити цифровими, а й глибоко трансформувати у вигляді інноваційних «цифрових смарт-аналогів» учнів, шкіл, е-Портфелів тощо. Потрібно забезпечувати масштабованість і масовість практичного використання інтероперабельної моделі цифрового навчального контенту, що дозволить практично використовувати результати навчальній аналітиці, підвищувати ступень інтелектуалізації БЕН, систематично його оновлювати і поліпшувати для всіх протягом тривалого часу, автоматично керувати потрібними змінами тощо. Запропоновано загальну схему цифрових трансформацій БЕН на базі системної методології, що дозволить систематично поліпшувати розуміння наявних чи запланованих практичних реалізацій навчальних систем і технологій. В цілому, запропонований підхід і узагальнені формалізовані моделі системи просторів БЕН є конструктивними і визначають один з можливих загальних шляхів підтримки цілеспрямованого розвитку БЕН за принципом нових задач академіка В.М. Глушкова..

## Перспективи подальших досліджень

Моделювання та практична реалізація БЕН здійснюється на базі узагальненої моделі цифрового навчально-орієнтованого контенту. Планується здійснювати фундаментальні дослідження БЕН, пов'язані з побудовою математизованих гнучких структур навчального контенту з можливостями цифрової трансформації на базі методів та інструментів аналізу великих даних, особливо глибокого машинного навчання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Електронне навчання. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Електронне\\_навчання](https://uk.wikipedia.org/wiki/Електронне_навчання) (дата звернення: 02.06.2022)
2. Гриценко В.И., Манако А.Ф., Синица Е.М. Цифровые трансформации и массовое непрерывное обучение. Управляющие системы и машины. №5, 2018, С.47-61.
3. Digital Transformation & Maturity. Practical tools for navigating the maze of digital transformation. URL: <https://www.tmforum.org/digital-transformation-maturity/> (дата звернення: 01.04.2022).
4. Digital Culture. <https://digitle.wordpress.com/2016/10/04/12499875/> (дата звернення: 01.04.2022).
5. SAP SE, 2017. URL: <https://news.sap.com/2017/09/maturity-model-from-sap-and-ercis-helps-companies-develop-skills-for-digital-transformation/> (дата звернення: 01.04.2022).
6. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. The Nine Elements of Digital Transformation. URL: <https://sloanreview.mit.edu/article/the-nineelements-of-digital-transformation> (дата звернення: 01.04.2022).
7. What is Digital Spaces. URL: <https://www.igi-global.com/dictionary/> (дата звернення: 05.05.2022).
8. Чернятевич Я.В. Цифровий робочий простір як складова сучасного ринку праці. URL: <https://doi.org/10.36477/2522-1256-2021-32-08> (дата звернення: 05.05.2022).
9. Наливайко О., Ронжес О. Творчість у цифровому просторі. Можливості застосування в освітньому просторі. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. URL: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2021.11> (дата звернення: 05.05.2022).
10. Манако А.Ф., Синица Е.М. Инновационные электронные научно-образовательные пространства: взгляд сквозь призму трансформаций. Міжнародний журнал Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2014. V. 17. №. 1. С. 546-577.
11. IFLA Repository: Бібліотечна еталонна модель від IFLA. URL: <https://repository.ifla.org/> (дата звернення: 05.05.2022).

Надійшла 14.06.2023

## REFERENCES

1. E-Learning. [online] Available at: <<https://en.wikiversity.org/wiki/E-Learning>>[Accessed 02 June 2022].
2. Grytsenko, V.I., Manako A.F., Synitsa K.M. (2018). "Digital transformations and mass-scale continuous learning". *Upravlyayushchie Sistemy i Mashiny*. No. 5, 2018, pp. 3-13. <https://doi.org/10.15407/usim.2018.05.047> (In Russian).
3. Digital Transformation & Maturity. Practical tools for navigating the maze of digital transformation. [online] Available at: <<https://www.tmforum.org/digital-transformation-maturity/>>[Accessed 01 Apr. 2022].
4. DigitalCulture. [online] Available at: <<https://digitle.wordpress.com/2016/10/04/12499875/>>[Accessed 01 Apr. 2022].
5. SAP SE, 2017. [online] Available at: <<https://news.sap.com/2017/09/maturity-model-from-sap-and-ercis-helps-companies-develop-skills-for-digital-transformation/>>[Accessed 01 Apr. 2022].
6. Westerman, G., Bonnet, D., McAfee, A. The Nine Elements of Digital Transformation. [online] Available at: <<https://sloanreview.mit.edu/article/the-nineelements-of-digital-transformation>>[Accessed 01 Apr. 2022].
7. What is Digital Spaces. [online] Available at: <<https://www.igi-global.com/dictionary/>>[Accessed 05 May 2022].
8. Chernyatevich Y.V. Digital workspace as a component of the modern labor market. [online] Available at: <<https://doi.org/10.36477/2522-1256-2021-32-08>>[Accessed 05 May 2022].
9. Nalyvaiko O., Ronzhesh O. Creativity in the digital space. possibilities of application in educational space. "Open educational e-environment of a modern university". [online] Available at: <<https://doi.org/10.28925/2414-0325.2021.11>>[Accessed 05 May 2022].
10. Manako, A.F., Sinitsa, E.M., (2014). Innovative electronic research and educational space: a look through the prism of transformations. *Educational technology and society*, 17 (1). pp. 546-577 (In Russian).
11. IFLA Repository: Library reference model from IFLA repository. [online] Available at: <<https://repository.ifla.org/>>[Accessed 05 May 2022].

Received 14.06.2023

A.F. Manako, Doctor (Eng. Sc.), Senior Research Associate, Head of the department, International Research and Training Centre for Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9706-7118>, Acad. Glushkov ave., 40, Kiev, 03187, Ukraine, [alla@irtc.org.ua](mailto:alla@irtc.org.ua)

## INTERDISCIPLINARY RESEARCH CONTEXTS FOR CONTINUOUS E-LEARNING

**Introduction.** The set of aspects under consideration is an interconnected logical system that shows the nature of modern education. Highlighting the classic provisions of the traditional, which justify and condition the indisputability of the transition to continuous education, in the conditions of digitalization and transformation.

**Purpose.** The main purpose of the research is the study of interdisciplinary processes of interconnection in the conditions of continuous electronic learning, the study of the processes of mathematization of processes and phenomena; presentation of the electronic space of continuous learning, which stimulates practical work and an integrated problem-based approach to support the purposeful development of continuous electronic learning.

**Methods.** The requirements, recommendations and conclusions are based on literature study, system analysis methods and generalizations. Research results are illustrated by software implementations.

**Results.** Studies show that the totality of the considered aspects is an interconnected logical system that shows the nature of modern learning, highlighting the classic provisions of the traditional one, which justify and condition a qualitative and effective transition to continuous education, in the conditions of digitalization and transformations.

**Keywords:** *system, postulates, digital technologies, transformations, digital space, principle of new problems, integrated problem approach.*