

УДК 373.018.43(07)

Юрій Богачков

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
відділу технологій відкритого навчального середовища
Інституту цифровізації освіти НАПН України м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0001-5088-7154
bogachkov@iitlt.gov.ua

Павло Ухань

кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник
відділу технологій відкритого навчального середовища
Інституту цифровізації освіти НАПН України м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0001-7318-6027
ukhan@iitlt.gov.ua

МОДЕЛІ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ У КОНТЕКСТІ ЗМІШАНИХ ПРОЦЕСІВ

Анотація. Стаття присвячена теоретичному осмисленню та розробленню моделі змішаних процесів для аналізу й проєктування змішаного навчання в умовах сучасних викликів, як-от війна, відключення електроенергії та інтернету, що ускладнюють традиційні форми освіти. Змішане навчання розглядається як гнучка система, що поєднує різні форми, методи та технології (традиційні, дистанційні, електронні, мобільні) з акцентом на самоконтроль учнів над часом, місцем, траєкторією і темпом навчання.

Метою статті є розроблення моделі змішаного процесу та дослідження її застосування для аналізу й проєктування змішаного навчання. Автори пропонують розглядати змішане навчання через призму характеристик змішаних процесів, які є основою для його розуміння та моделювання. У результатах дослідження представлено модель змішаних процесів (МЗП), яка базується на понятті агента (суб'єкта навчання) з власними цілями та свободою вибору дій із функціонально еквівалентних альтернатив. Модель містить об'єкти (агент, середовище, провайдери), параметри (цільова функція, вектори стану), дії та їхній вплив на стан системи. Змішане навчання в термінах МЗП описано як процес, де агент обирає оптимальні дії для досягнення навчальних цілей у межах доступних ресурсів і умов. Пропонується алгоритм вибору дій, який враховує поточний стан і цільову функцію агента, а також умови ефективності змішаного навчання з позицій агента та організаторів середовища змішаного навчання.

У висновках підкреслено, що ефективність змішаного навчання залежить від готовності всіх учасників (агентів, організаторів) виконувати свої ролі та функції. Запропонована модель змішаних процесів структурує задачі оптимізації, надаючи змогу аналізувати й проєктувати змішане навчання як адаптивну систему. Перспективи подальших досліджень пов'язані з практичним впровадженням моделі у формі інформаційної системи підтримки змішаного навчання, яка допоможе оптимізувати вибір ресурсів і сервісів для організаторів та агентів. Визначено, що основна мета змішаного навчання полягає в підвищенні ймовірності досягнення запланованих результатів навчання в умовах варіативності та обмеженості ресурсів.

Ключові слова: змішане навчання; модель змішаних процесів; освітнє середовище; гнучкість; персоналізація; ефективність.

1. ВСТУП

Актуальність. Удосконалення організації освітнього процесу полягає в підвищенні ефективності навчання, діяльності викладачів та закладу освіти загалом. Відмінність змішаного навчання від інших нововведень полягає в тому, що воно розширює *варіативність* реалізації освітнього процесу [1]. Це особливо актуально під час війни та масових відключень світла та інтернету. Вже не у всіх є можливість просто

перейти на дистанційну форму. Потрібно враховувати багато інших обставин учнів, учителів та закладу освіти. Модель змішаного навчання потенційно спроможна розв'язувати задачу організації гнучкого (варіативного) навчання. Вибрати оптимальне рішення в таких умовах дуже складно. Необхідно брати до уваги багато параметрів та умов. На думку авторів, доцільно розробити певний механізм, який на системній основі дасть змогу спроектувати оптимальну конструкцію змішаного навчання для конкретних умов і конкретних користувачів. Такий механізм вимагає теоретичного осмислення та обґрунтування. У цій статті увага зосереджена саме на цьому.

Постановка проблеми

Що ми розуміємо під змішаним навчанням? Це питання потребує особливого обговорення. Можливі два підходи. *Перший*. Є певна група явищ, про які відомо, що це явища одного типу. Тоді ми можемо дати їм назву та визначити ознаки та критерії, за якими ми виокремлюємо такі явища з-поміж інших. *Другий*. Ми визначаємо певні ознаки та критерії, й усі явища, які їм відповідають, відносимо до певного типу. На жаль, для змішаного навчання жодна з цих логік не підходить. Немає усталених ознак та критеріїв змішаного навчання, також немає чіткого переліку явищ, які пов'язані із змішаним навчанням або стосуються змішаного навчання. Тому явище під умовною назвою “змішане навчання” досить розмите. Дуже важко уявити, що навчання може складатися виключно з одного виду діяльності. На думку авторів, майже будь-яке навчання є змішаним. Ми вважаємо, що саме характеристики *процесу змішування* є ключовими для аналізу та розуміння змішаного навчання.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Аналіз останніх досліджень робитимемо як огляд ідей та практик, які можуть бути надалі застосовані під час аналізу загальної моделі змішаного навчання.

У [2] пропонується категорію «змішане навчання» розглядати у двох сенсах – *вузькому і широкому*. У *вузькому сенсі* пропонується під змішаним навчанням розуміти цілеспрямований процес набуття знань, умінь і навичок учнями освітніх установ різного типу в межах формальної освіти, частина якого реалізується у віддаленому режимі за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій і технічних засобів навчання, які використовуються для зберігання і доставлення навчального матеріалу, реалізації контрольних заходів, організації взаємодії між суб'єктами освітнього процесу (консультації, обговорення) та під час якого відбувається самоконтроль учня (студента) за часом, місцем, маршрутами та темпом навчання. У *широкому сенсі* – це різні варіанти поєднання форм і методів організації формального, неформального, інформального навчання, а також самонавчання для досягнення учнем заздалегідь визначених навчальних цілей зі збереженням механізму контролю за часом, місцем, маршрутами та темпом навчання.

У [3] змішане навчання розуміється як інтеграція онлайн-навчання з традиційним навчанням у класі. Воно передбачає використання двох або більше різних методів навчання, наприклад, чергування очних занять з онлайн-навчанням. На думку українських учених (В. Кухаренка, Ю. Тріус, А. Стрюк), змішане навчання – це цілеспрямований процес набуття знань, умінь, навичок в умовах аудиторної та позааудиторної діяльності суб'єктів освітнього процесу на основі використання і взаємного доповнення технологій традиційного, електронного, дистанційного та мобільного навчання за наявності самоконтролю у того, хто навчається, часу, місця, маршруту та темпів навчання.

У статті [4] не йдеться про змішане навчання, але питання, які розглядаються, на думку авторів, сильно корелюють зі змішаним навчанням. Інтерв'ю з батьками, які нещодавно перевели дітей до мікрошкіл, виявило такі потреби (випадки).

Випадок 1: коли я не згоден з рішеннями в школі моєї дитини та сам почуваюся непочутим, допоможіть мені знайти *альтернативу*, яка б відповідала моїм очікуванням та цінностям.

Випадок 2: коли моя дитина нещаслива, в небезпеці або їй важко в школі, допоможіть мені знайти *середовище*, де вона зможе відновити свою любов до навчання.

Випадок 3: коли школа моєї дитини надто зосереджена на академічних успіхах і нехтує іншими формами навчання, допоможіть мені знайти *збалансований освітній досвід* для моєї дитини.

Поява та поширення мікрошкіл демонструє певний патерн моделі змішаного навчання. Досвід організації мікрошкіл з елементами змішаного навчання може бути корисним в процесі відродження деокупованих територій. Мала щільність населення, мала кількість потенційних учнів, мала кількість потенційних учителів – все це сприяє створенню мікрошкіл як такого собі перехідного етапу під час відродження цих територій.

У [5] зазначається, що змішане навчання дає змогу зробити *більше з меншими витратами* завдяки кращому контролю діяльності учня та реалізації індивідуальної траєкторії навчання. Змішане навчання виконує такі завдання: розширення освітніх можливостей учнів через доступність і гнучкість, врахування їх індивідуальних освітніх потреб, а також темпу й ритму навчання; стимулювання формування суб'єктної позиції учня: підвищення його мотивації, самостійності, соціальної активності, рефлексії та самоаналізу і, як наслідок, підвищення ефективності освітнього процесу загалом; трансформація стилю діяльності вчителя: перехід від трансляції знань до інтерактивної взаємодії з учнем, що сприятиме формуванню процесу конструювання власних знань; персоналізація освітнього процесу: *учень самостійно визначає свої навчальні цілі, способи їх досягнення, враховуючи власні освітні потреби, інтереси та здібності, учитель у цій ситуації є помічником учня*.

Згідно з [6] система змішаного навчання більш ефективна, ніж традиційне навчання у класі чи онлайн-навчання, незалежно від змісту курсу. Це відбувається завдяки:

- *кращому дизайну інструкцій*. Найчастіше курси за системою змішаного навчання більш сфокусовані. Це означає глибоку методичну розробку та дизайн інструкцій для конкретного курсу та роботи у ньому;
- *кращій орієнтації*. У середовищі змішаного навчання учні не просто отримують настанови від учителів чи спираються на програму курсу. Вони здобувають інструментарій для самостійної навігації та пошуку матеріалу у межах теми;
- *врахуванню індивідуальних можливостей*. Робота з онлайн-матеріалами дає змогу учням рухатися у власному темпі, а не чекати чи наздоганяти решту класу. У деяких випадках електронна система (якщо це передбачено курсом) надає учням фідбек, відповідно до якого вони можуть заповнювати пропущені теми чи повертатися до тих, які забули;
- *підвищенню рівня залученості внаслідок соціальної взаємодії*. Зазвичай учні рідко працюють над певною темою усім класом. Крім того, дехто відчуває труднощі у взаємодії з великими групами людей. Тому замість скорочення кількості соціальної взаємодії через введення онлайн-частини змішане навчання, навпаки, найчастіше стимулює командну роботу;
- *зменшенню (чи гнучкості) витрат*. Система змішаного навчання може оптимізувати витрати на використання приміщення чи розробку додаткових матеріалів. Зокрема учні працюють онлайн і не потребують, наприклад,

видрукованих додатків для певного матеріалу. Змішане навчання також може розв'язати проблему з наданням підручників, оскільки учні можуть працювати з матеріалами без паперових аналогів.

У фундаментальній роботі [7] зазначається, що, допомагаючи учням отримати інформацію, навички, стимулюючи способи мислення та засоби самовираження, спонукаючи формулювати ідеї та моральні цінності, ми також *навчаємо їх вчитися*. Насправді найважливішим довгостроковим результатом навчання може бути збільшення можливостей учнів легше й ефективніше вчитися в майбутньому як завдяки отриманим знанням і навичкам, так і через те, що вони опанували процес навчання як вид діяльності. Те, як ведеться викладання, має великий вплив на здатність учнів навчатися самостійно. Ми вимірюємо вплив різних моделей навчання не лише тим, наскільки добре вони досягають конкретних поточних цілей, на які вони безпосередньо спрямовані (наприклад, самооцінка, соціальні навички, інформація, ідеї, креативність), але й тим, наскільки добре вони *підвищують загальну здатність навчатися*, що є їх основною метою. Учні змінюватимуться, коли репертуар їхніх навчальних стратегій зростатиме, і вони зможуть ефективніше реалізовувати все більше типів навчання.

У [8] змішаний процес визначається як комбінація двох або більше різних процесів. Його можна використовувати для підвищення результативності, ефективності або гнучкості в різних сферах діяльності. Вони мають переваги, як-от: підвищена результативність, ефективність, гнучкість, зменшення витрат. Однак існують також деякі потенційні проблеми, пов'язані зі змішаними процесами, наприклад, складність, вимоги до навчання, проблеми з координацією взаємодії, великі обсяги даних.

Перевернутий клас — це один з найвідоміших варіантів змішаного навчання. Дані дослідження [9] свідчать про позитивне ставлення учнів до використання перевернутого класу як способу навчання, високу самоефективність під час використання LMS (Learning Management System), високу академічну підтримку з боку батьків і високу підтримку вчителів. Перевернутий клас має потенціал адаптувати навчання до потреб, інтересів і взаємних очікувань учнів, використовуючи переваги як онлайн, так і очного навчання, що поліпшує якість навчання.

У [10] описано Марковські процеси вирішування (МПВ, англ. Markov decision process, MDP), які забезпечують математичну систему для моделювання ухвалення рішень у ситуаціях, у яких наслідки є частково випадковими, а частково контрольованими ухвалювачем рішення. МПВ є корисними для дослідження широкого спектра задач оптимізації, розв'язуваних динамічним програмуванням та навчанням з підкріпленням. МПВ були відомі щонайменше з 1950-х років. Їх застосовують у широкому діапазоні дисциплін, зокрема робототехніці, автоматизованому керуванні, економіці та виробництві.

Марковський процес вирішування є стохастичним процесом керування дискретного часу. На кожному кроці часу процес перебуває в якомусь стані й особа, що приймає рішення, може обрати будь-яку дію, доступну в поточному стані. Процес реагує на наступному кроці часу випадковим переходом до нового стану і наданням ухвалювачеві рішення відповідної винагороди. На думку авторів, МПВ може бути застосований як формальний інструмент опису та моделювання процесів змішаного навчання.

У роботах [11], [12], [13] розглянуто різні аспекти *теорії концептуального змішування*. Теорія змішування виникла на початку ХХІ ст. для моделювання концептуалізацій у різних галузях, від мови до математики та мистецтва [11]. Вперше її систематично застосовували до математики Лакофф і Нуньєс у своїй книзі «Звідки походить математика» 2000 року, у якій вони показали, що математичні ідеї формуються так само, як і лінгвістичні, за допомогою концептуальних метафор і схем зображень, які їх підкріплюють.

Річард Нордквіст *Концептуальне змішування* зараховує до набору когнітивних операцій для комбінування (або *змішування*) слів, зображень та ідей у мережі «ментальних просторів» для створення нового сенсу [12].

У когнітивній лінгвістиці та штучному інтелекті *концептуальне змішування*, яке також називають *концептуальною інтеграцією* або *застосуванням перегляду*, є теорією пізнання, розробленою Жилем Фоконьє та Марком Тернером. Згідно з цією теорією елементи та життєво важливі відносини з різних сценаріїв «змішуються» в підсвідомому процесі, який, як припускається, є повсюдним у повсякденному мисленні та мові [13].

Ідея змішування походить від ідей концептуальної інтеграції або концептуального змішування, представлених Жилем Фоконьє та Марком Тернером. Теорію концептуального змішування висвітлено у книзі [26]. Автори визначають концептуальне змішування як глибоку пізнавальну діяльність, яка «творить нові значення зі старих».

Мануель Імаз і Девід Беньон представили теорію змішування, щоб розглянути концепції розробки програмного забезпечення та взаємодії людини з комп'ютером.

Змішане навчання зазвичай реалізується у змішаному просторі. Найпростіша реалізація змішаного простору вимагає двох функцій. Перша обов'язкова функція — введення, яке може варіюватися від тактильного до зміни навколишнього середовища. Наступна обов'язкова функція — повідомлення, отримані з цифрових просторів. Відповідності між фізичним і цифровим простором мають бути абстраговані та використані в дизайні змішаного простору. Повна інтеграція обох просторів це рідкість. Змішані простори потребують опорних точок або технологій для зв'язку між просторами.

Добре спроектований змішаний простір представляє та передає цифровий вміст тонким і ненав'язливим способом. У змішаному просторі «присутність» — дуже важлива характеристика, яка показує, наскільки користувач ефективно взаємодіє з різними складниками змішаного простору. Присутність можна виміряти за допомогою фізіологічних, поведінкових і суб'єктивних показників, отриманих з простору.

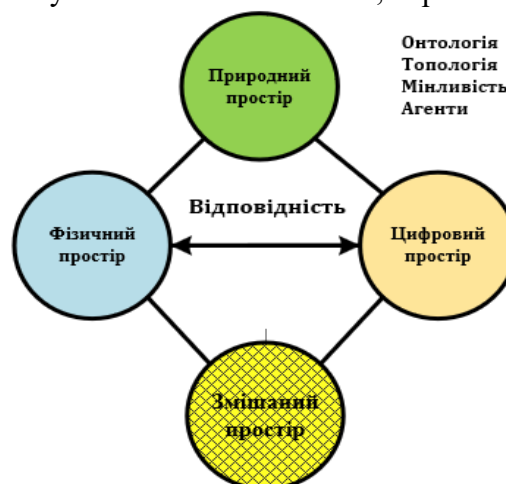


Рис. 1. Концептуальне змішування в просторах змішаної реальності
Джерело: https://en.wikipedia.org/wiki/Mixed_reality#Blended_spaces

З метою розгляду змішаних просторів природа та характеристики будь-якого простору можуть бути представлені такими факторами.

1. **Онтологія** — різні типи об'єктів представляють у просторі загальну кількість об'єктів і зв'язки між об'єктами та простором.
2. **Топологія** — спосіб розміщення та взаєморозташування об'єктів.
3. **Мінливість** — частота, з якою змінюються об'єкти.

4. **Агентство** – засіб комунікації між об'єктами, а також між об'єктами та користувачами. Агентство також охоплює користувачів усередині простору.

На рис 1. наведено концептуальну схему змішування фізичного та цифрового простору. У контексті змішаного простору що вищий зв'язок між фізичним і цифровим простором, то багатший досвід учасників. Ця комунікація в змішаному просторі відбувається через кореспондентів, які передають стан і природу об'єктів.

Фізичний простір. Фізичні простори – це простори, які дозволяють просторову взаємодію. Цей тип просторової взаємодії сильно впливає на когнітивну модель користувача.

Цифровий простір. Цифровий простір (також званий інформаційним простором) складається з усього інформаційного вмісту. Цей вміст може бути в будь-якій формі.

Змішаний простір – це простір, у якому фізичне середовище та віртуальне середовище навмисно інтегровані в тісний зв'язок. Метою дизайну змішаного простору є надання людям досвіду відчуття присутності в змішаному просторі з впливом безпосередньо на вміст змішаного простору. Приклади змішаних просторів охоплюють пристрої доповненої реальності, як-от Microsoft HoloLens, ігри, як-от *Pokémon Go*, на додаток до багатьох туристичних додатків для смартфонів, розумних конференц-залів і програм, як-от системи відстеження автобусів [14].

Отже, можемо виокремити важливі складники, які необхідно враховувати, аналізуючи або будуючи змішане навчання, а саме змішані процеси, змішаний простір та концептуальне змішування.

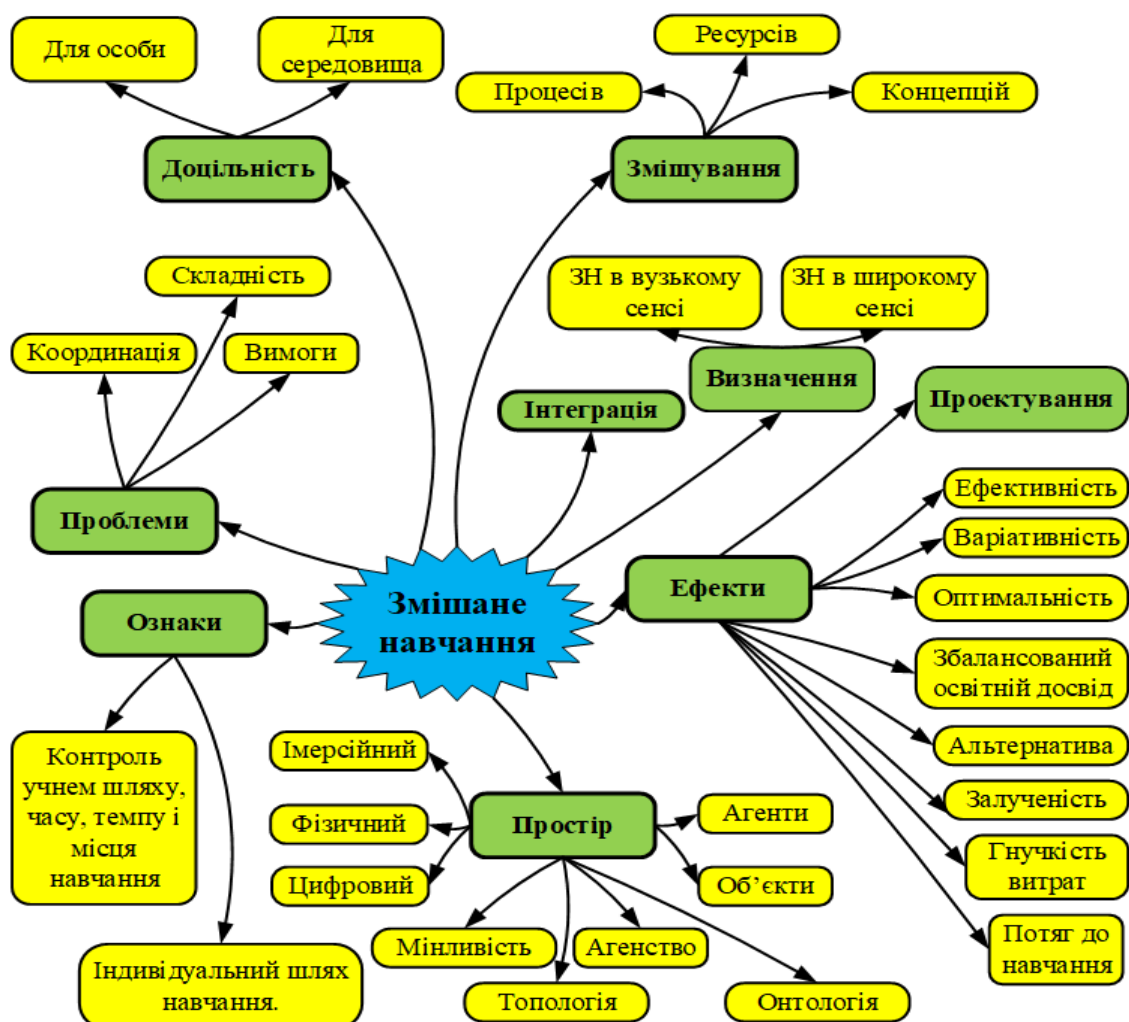


Рис. 2. Темі, дотичні до змішаного навчання

Підсумовуючи короткий огляд літератури, можемо сказати, що головні ознаки змішаного навчання, які зазначають дослідники, — це те, що *учень самостійно визначає свої навчальні цілі, способи їх досягнення, враховує власні освітні потреби, інтереси та здібності, час, місце, темп навчання, а також інтеграцію досвіду навчання з викладачем і онлайн*.

Основний висновок: змішане навчання дає змогу зробити *більше з меншими витратами ресурсів, забезпечує розширення освітніх можливостей учнів через доступність і гнучкість, стимулювання формування суб'єктної позиції учня, підвищення мотивації, самостійності, соціальної активності, рефлексії та самоаналізу*. Найважливішим довгостроковим результатом змішаного навчання може бути збільшення *можливостей* учнів легше й ефективніше навчатися в майбутньому як завдяки отриманим знанням і навичкам, так і тому, що вони *набувають здатності навчатися і розуміння навчання як виду діяльності*.

На рис. 2 схематично зображено теми, дотичні до змішаного навчання, з певною деталізацією. Деякі з них (*доцільність, змішування, простір, ефекти*) можуть бути використані як вісі для побудови морфологічної матриці змішаного навчання, яка дуже зручна для побудови та аналізу різних реалізацій змішаного навчання.

Досліджуючи феномен змішаного навчання, ми бачимо багато статей, які описують конкретні реалізації процесів навчання і називають їх змішаним. Водночас ми не знайшли жодної публікації, яка описує *модель змішаних процесів для аналізу змішаного навчання*. Досить близько до цього підходить математичний апарат МПВ (Марковських процесів вирішування). На нашу думку, розгляд змішаного навчання з погляду моделі змішаних процесів може дати суттєво нові результати.

І найголовніше. Яка мета застосування змішаного навчання? На думку авторів, основна мета застосування змішаного навчання — *збільшити вірогідність здійснення запланованого навчання учнем за широкої варіативності змін обставин*. Якщо є різні варіанти, то є змога обирати найкращий з доступних. Але створення можливості варіативності потребує певних зусиль та ресурсів як від організаторів середовища змішаного навчання, так і від самих учнів. Може скластися враження, що є розбіжність між заявленою ефективністю змішаного навчання та необхідними додатковими ресурсами на його забезпечення. Це не так. Багато речей без застосування змішаного навчання були в принципі недоступні. Тому необхідно розробляти інструменти пошуку оптимальних шляхів реалізації змішаного навчання.

Перед дослідженням моделі змішаного навчання доцільно уточнити поняття “модель навчання”.

У [15] зазначається, що система освітнього процесу, яка створює сучасну **модель навчання**, — це цілісна множина сукупності її основних складників. «Дидактичне моделювання — це система дій, яка забезпечує адекватне засвоєння (розуміння) модельованих властивостей, зв'язків і відношень пізнаваного і перетворюваного об'єкта (природного чи соціокультурного)». А. Зязюн і Г. М. Сагач на основі гуманістичної парадигми освіти визначають такі **вимоги для розробки дидактичної моделі**. Вона має бути:

- 1) об'єктивною (відображати суще);
- 2) суб'єктивною (відображати об'єкт з урахуванням тезауруса реципієнта);
- 3) нормативною (відображати бажане);
- 4) інтерактивною (передбачати діалог зі студентом);
- 5) адаптивною (пристосовуватися до індивідуальних особливостей людини, передусім до рівня різновидів її досвіду);
- 6) відкритою (передбачати проєктивно-технологічну нормотворчість діяльності реципієнта).

Відповідно до визначення [16] **модель** – це відображення в схемі, формулі, візріці тощо характерних ознак об'єкта, який досліджується. Вона є спрощеною конкретною життєвою (управлінською) ситуацією, інакше кажучи у моделях певним чином відображаються реальні події, обставини тощо. Необхідність застосування моделей пояснюється такими причинами: складністю реального світу, практичної діяльності; наявністю багатофакторних залежностей у процесі виконання управлінських завдань; необхідністю експериментальної перевірки альтернативних управлінських рішень; доцільністю орієнтувати управління на майбутнє. Усяка цілеспрямована діяльність, зокрема розробка й прийняття рішень, пов'язані з моделюванням.

Із визначення моделі [16] випливає, що модель має цільовий характер, тобто вона відображає не сам по собі об'єкт-оригінал, а формується виходячи з поставленої мети відображення цілком конкретних властивостей об'єкта моделювання. Основні елементи освітніх моделей – це: 1) цілі освіти; 2) зміст освіти; 3) засоби й способи здобуття освіти; 4) форми організації освітнього процесу; 5) реальний освітній процес як єдність навчання, виховання й розвитку людини; 6) суб'єкти та об'єкти освітнього процесу; 7) освітнє середовище; 8) результат освіти. Як результат моделювання створюється проміжний об'єкт знання – модель, що в пізнавальному процесі виконує низку функцій: заміщення модельованої системи, інформаційну, гносеологічну, формалізаційно-алгоритмічну, доказово-ілюстративну. Поняття моделі є дуже важливим для розкриття теми моделі змішаного навчання.

У [17] представлено ґрунтовний огляд змішаного навчання, заснованого на *теорії складних адаптивних систем*. В основу теорії складних адаптивних систем покладено концепцію межі хаосу, яка найкраще була визначена Waldrop M. [18]: «Усі складні системи якимось чином набули здатності приводити порядок і хаос до особливої рівноваги. Ця точка рівноваги, яку часто називають межею хаосу, де компоненти системи ніколи повністю не стають на свої місця, і водночас ніколи повністю не розчиняються в турбулентності. На межі хаосу життя має достатньо стабільності, щоб підтримувати себе, і достатньо креативності, щоб заслужити назву життя. Край хаосу – це місце, де нові ідеї та інноваційні генотипи назавжди знищують межі статус-кво, і де навіть найбільш укорінена стара гвардія зрештою буде повалена».

Ця концепція краю хаосу містить ключ до точного розуміння складних адаптивних систем. Основна здатність таких систем полягає в тому, щоб завжди підтримувати баланс між стабільністю та турбулентністю, що, своєю чергою, підтримує системи динамічно стабільними, здоровими та інноваційними. Дослідники комплексності визначили кілька ключових особливостей складних адаптивних систем, а саме: *складність, самоорганізація, адаптивність, динамічність і здатність до спільного розвитку*.

Складність. Складні системи мають тенденцію об'єднуватися в «шари» інтеграції так, що кожна система є частиною більшого цілого, яке так само є частиною ще більшої системи, що є частиною більших систем тощо. На кожному рівні кожна система є водночас автономною та інтегрованою із системами на своєму рівні, над ним і під ним.

Самоорганізація має два значення: (1) підсистеми всередині системи взаємодіють одна з одною через зворотний зв'язок і повторення, щоб породжувати нові порядки або моделі взаємовідносин між їхніми внутрішніми елементами, і (2) спонтанна поява нового порядку, не нав'язана зовнішніми силами.

Адаптивність ілюструє процес, який часто запускається здатністю систем «формувати нові правила з комбінацій старих правил і нової інформації з середовища». Це процес природного відбору еволюції систем, у якому виживають найпристосованіші.

Динамізм описує здатність складних адаптивних систем «перебувати на межі хаосу – достатньо стабільно, щоб підтримувати свою структуру, але достатньо чутливо до зовнішніх змін, щоб вони могли зазнавати швидких і непередбачуваних періодів

змін». Динамічність розглядається як ідеальний стан, який має підтримувати жива система, стабільна, але не статична, трансформаційна, але не хаотична.

Здатність до **спільної еволюції** належить до підсистем, які діють одна на одну, щоб сформувати «фітнес-ландшафт, який постійно змінюється разом із ними». Ключове поняття, що підкреслює концепцію спільної еволюції, — це взаємний і багаторазовий вплив між підсистемою та системами навколо неї, що призводить до адаптації одна до одної.

У [17] запропонована шестивимірна структура під назвою Комплексна адаптивна змішана система навчання (CABLS). Таблиця 1. ілюструє шість підсистем та їхні взаємозв'язки: *учень, учитель, технологія, зміст, підтримка навчання та заклад*. Подібно до будь-якої складної системи шість підсистем взаємодіють одна з одною динамічно та нелінійно. Водночас кожна з цих підсистем має свої особливості та внутрішні рушійні сили, залежні від навколишніх підсистем, щоб підтримувати свою життєздатність. Крім того, кожна підсистема також має власні підсистеми, і всі вони взаємодіють одна з одною, утворюючи систему змішаного навчання.

Таблиця 1.

Комплексна адаптивна система змішаного навчання (CABLS)

Учень	Вчитель	Заклад	Контент	Технологія	Підтримка навчання
Дослідник	Фасилітатор	Стратегія	Інтерактивний	Синхронно	Академічна
Практик	Модератор	Сервіси	Груповий	Асинхронно	Технічна
З'єднувач	Направляючий	Інфраструктура	Індивідуальний	Онлайн	
	Адвайзер	Підтримка	Проблемний	Офлайн	
			Поглиблений		

Учень в CABLS. Як складна підсистема учень розвивається разом з іншими підсистемами, постійно набуваючи нових ідентичностей. Дослідження змішаного навчання підтвердили перетворення учнів із пасивних на активних учасників навчання. Це є результатом динамічного адаптивного процесу змін, оскільки вони взаємодіють з іншими підсистемами в мультимодальному освітньому середовищі.

Вчитель в CABLS. У змішаному освітньому середовищі вчителі еволюціонують разом з іншими підсистемами, зокрема з учнями, щоб стати поколінням учителів з новою ідентичністю та багатопрофільними професійними навичками.

Вміст у CABLS. Контент, який учні отримують у змішаному навчанні, ніколи не був таким насиченим і привабливим, як сьогодні, як результат постійної взаємодії з учнем, викладачем, технологією, підтримкою навчання, до того ж всі ці елементи часто визначають самі учні. Ці категорії охоплюють поєднання офлайн- та онлайн-навчання; поєднання самостійного навчання та живого, спільного навчання; поєднання структурованого та неструктурованого навчання; поєднання спеціального розробленого вмісту з готовим запозиченим; і поєднання навчання, практики та підтримки ефективності. Емпіричні дослідження [19] вказують на прояв глибшого опанування матеріалу як одну зі змін, спричинених новим вмістом у змішаному навчанні.

Технологія в CABLS. Безперервний прогрес у технологіях часто «підштовхує» змішане навчання до його омолодження, водночас зберігаючи баланс на «краї хаосу»,

достатньо стабільний, щоб підтримувати свою внутрішню структуру, але достатньо чутливий до мінливих потреб учня, та нові виклики та потенціал, створений новими технологіями. Емпіричні дослідження показали, що нові технології зазвичай проходять динамічний, адаптивний процес появи, прийняття та встановлення або старіння. Процес самоорганізації систем зрештою зберігає ті технології, які найкраще сприяють змішаному навчанню.

Підтримка навчання в CABLS. Структура CABLS відрізняється від наявних моделей змішаного навчання тим, що висуває підтримку навчання з фону на передній план. Обґрунтування цього поштовху полягає в контролі учня над власним навчанням, що є центральним принципом підходу, орієнтованого на учня. Підтримка навчання охоплює два види підтримки: академічну підтримку, зосереджену на допомозі учням розробити ефективні стратегії навчання, як-от: управління часом; навички співпраці; технічну підтримку, спрямовану на те, щоб допомогти учням поліпшити свої знання про технологічні інструменти; швидкість, з якою вони використовують інструменти для виконання конкретних навчальних завдань. Обидва види підтримки надаються для конкретних цілей на рівні курсу або завдання. Знову ж таки, розробка механізмів підтримки навчання, зумовленого постійним прогресом технологій, має ґрунтуватися на потребах учня, здійснюватися завдяки досвіду вчителя і забезпечуватися інституційною підтримкою.

Установа в CABLS. Визнання закладу освіти як підсистеми в структурі підносить змішане навчання з рівня курсу на інституційний рівень. Щоб підтримувати змішане навчання, механізми підтримки мають бути забезпечені на інституційному рівні та можуть містити стратегії, політику, підтримку та послуги. Ці механізми взаємопов'язані та зумовлені потребами учня, викладача, технологією, змістом і підтримкою навчання. Так само установа стає основною рушійною силою розвитку підсистем навколо неї.

У статті [20] розглянуто способи оцінки ефективності змішаного навчання на чотирьох рівнях.

Рівень 1: Реакція. Оцінювання навчання зазвичай найпростіше на найнижчому рівні – вимірювання реакції студента за допомогою простих опитувань після навчального заходу. Ці опитування дають змогу побачити, як учні реагують на навчальну подію.

Рівень 2: Навчання. Щоб виміряти позитивні зміни на Рівні 2, ми можемо провести тести до та після навчання, щоб оцінити, чи поліпшилися знання з конкретної теми. Добре сплановане навчання зазвичай передбачає способи, за допомогою яких учні демонструють поліпшення запланованої в програмі компетентності. За допомогою практичних вправ і перевірок знань ми можемо відстежувати деякі загальні показники змін у навчанні, наприклад, «З 217 учасників, які пройшли онлайн-курс, 200 змогли пройти перевірку знань наприкінці курсу з першого разу».

Рівень 3: Поведінка. На рівні 3 ми вимірюємо застосування та впровадження навчання – зміни поведінки на роботі. Корисно повторювати ці заходи з інтервалами (наприклад, 3 місяці, 6 місяців, 1 рік), щоб переконатися, що вони не зменшилися.

Найкраще оцінювання 3-го рівня передбачає оцінку поведінки учня іншими особами – керівником, наставником або колегою – для об'єктивнішого оцінювання. Цей тип оцінювання може охоплювати безпосереднє спостереження, співбесіду, демонстрацію навичок, вправу чи іншу форму перевірки навичок. Тому доцільно мати мобільний додаток, щоб відстежувати оцінювання після навчання.

Рівень 4: Результати. Чи зміна поведінки учнів та вчителів призводить до вимірних переваг? Чи можете ви кількісно оцінити ці зміни поведінки? Обрані показники будуть пов'язані з вашими навчальними цілями.

Розгляд чотирьох рівнів оцінювання змішаного навчання показує нетривіальність задачі оцінювання ефективності змішаного навчання. На нашу думку, оцінювання ефективності змішаного навчання вимагає більшої формалізації, щоб бути інструментом забезпечення ефективності. Рівень 4 актуалізує питання розгляду ефективності з позиції учня та з позиції організаторів середовища, те, що на рис 3. позначено як “Доцільність”.

Монографія з 8 розділів та двох додатків [21] покриває всі основні питання, що стосуються теорії та практики організації змішаного навчання, зокрема розглянута *комплексна адаптивна змішана система навчання* (див. вище **CABLS** Таб. 1) та *дослідницькі спільноти (CoI- Community of Inquiry)*.

Концепція CoI підтримує опитування через ідентифікацію викладацької діяльності та забезпечує управління, засноване на теорії та практиці, щодо змісту та процесів для змішаного навчання.

Згідно з трьома оригінальними структурами CoI (соціальна присутність, когнітивна присутність і присутність викладання) змішане навчання з використанням рамки CoI створює можливості для саморефлексії, активної когнітивної обробки, взаємодії та навчання. Крім того, експертна допомога вчителів у потрібний час заохочує залучення та спільну діяльність учнів, що важливо створення дослідницьких спільнот у класі – вічна-віч, онлайн чи змішаних.

Значна кількість досліджень була зосереджена на розумінні *соціальної присутності* як нового способу підходу до викладання поза межами стандартних моделей навчання та вимірювання компонентів цієї рамки.

Точне вимірювання рамки дає змогу детальніше перевірити когнітивну присутність. Це важливо, оскільки жодна з присутностей не стоїть окремо. Когнітивна присутність виникає з чотирьох різних компонентів практичного дослідження, що накладаються один на одного: ініціювання подій, дослідження, інтеграція та вирішення. Створення глибокого та змістовного навчання вимагає активності в усіх чотирьох компонентах. Є докази того, що когнітивна присутність вимагає балансу між когнітивною, соціальною та навчальною присутністю. Пряме навчання та сприяння пізнавальній діяльності, крім простого пояснення змісту, є ключовою роллю для вчителів, які використовують цю структуру. Присутність у навчанні та соціальна присутність пояснюють 69% відмінностей у когнітивній присутності.

Присутність викладання, а не «присутність учителя», названа так, щоб забезпечити функцію викладання як для вчителів, так і для учнів у CoI. Тоді як учитель або інструктор відіграє провідну роль, присутність викладача дає змогу та сприяє взаємовикладанню (взаємонавчанню) учнів.

Аналіз “присутностей” — важливий аспект у змішаному навчанні. Саме якість присутностей та їх перелік забезпечують об'єднавчий ефект всіх елементів змішаного навчання.

Сайт blendedlearning.org/ [22] Blended Learning Universe (BLU) — це комплексний онлайн-центр, наповнений ресурсами змішаного навчання для викладачів. Там є доступні матеріали та розуміння змішаного навчання ґрунтується на більш ніж десятирічних дослідженнях у сотнях шкіл США та за їх межами. BLU пропонує безліч ресурсів, зокрема практичні посібники, відеоуроки, завантажувані робочі листи та динамічний каталог програм змішаного навчання по всьому світу. На рис. 3 наведено чекліст побудови системи змішаного навчання.



Рис. 3. Дев'ять кроків до побудови системи змішаного навчання
Джерело: <https://www.blendedlearning.org/design/>

У [23] пропонується визначення змішаного навчання як «оптимізація досягнень» цілей навчання, застосовуючи “правильні” технології навчання, щоб відповідати “правильному” особистому стилю навчання, щоб передати “правильні” навички “правильній” людині на “правильний” час”.

Загалом дизайн змішаного навчання має три характеристики. Перша – гнучкість надання навчальних ресурсів. Друга – підтримка різноманітності навчання. Оскільки учні відрізняються за стилями навчання, навичками навчання, а також здатністю до навчання, змішане навчання може прийти на допомогу, уможливаючи індивідуальне навчання та саморегульоване навчання. Третя — це збагачення досвіду електронного навчання в кампусі. З погляду учнів, навчання стало їхнім власним правом, за яким вони можуть приймати особисті рішення щодо того, що вони роблять щодня і чого вони збираються досягти в певні терміни для тієї самої цілі та як вони збираються їх досягти.

Найважливішою особливістю дизайну змішаного навчання, який відрізняється від звичайного навчального дизайну, є те, що він зосереджується на тому, які види діяльності та ресурси відповідають *поточному* контексту навчання, а які – *типовому* контексту навчання в класі.

Уявлення про змішане навчання поступово змінилося; тепер це розглядається як режим навчання, який може поліпшити навчання в класі [24]. Все більше дослідників почали розуміти, що слово «змішаний» слід розглядати як «інтеграцію» та «злиття», а не просто як «комбінацію». Змішане навчання не обмежується простою інтеграцією очних та онлайн- освітніх середовищ, а є систематичною реконструкцією багатьох елементів, зокрема навчальних ресурсів, стратегії навчання, навчальних середовищ, інструментів навчання та моделі викладання та навчання.

Для змішаного навчання важливо надати вчителям і учням свободу самостійно обирати режими викладання та навчання, щоб заохочувати їхній ентузіазм, а також змінювати середовище викладання та навчання відповідно до очікуваних результатів навчання.

Метою статті є розроблення моделі змішаного процесу та дослідження можливості її застосування для аналізу та проєктування моделей змішаного навчання.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета створення моделі змішаного навчання полягає в підвищенні ефективності та точності прийняття рішень стосовно доцільності застосування ЗН та конструкції конкретної реалізації. Для спрощення сприйняття на рис 4. наведено схему подання матеріалу.

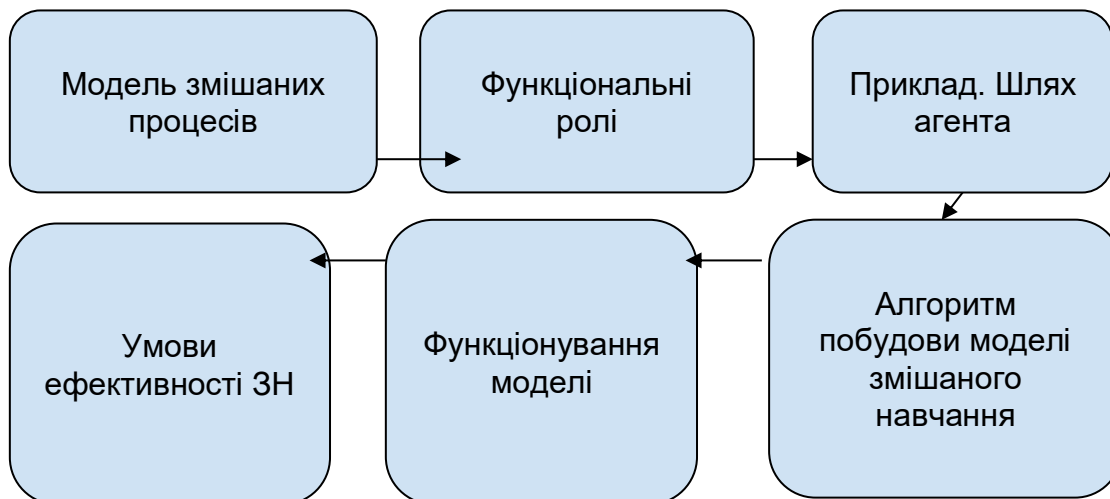


Рис. 4. Схема подання матеріалу

Модель змішаних процесів (МЗП). У цьому тексті під процесом ми розуміємо діяльність, яка складається з дій учасників (послідовних, паралельних чи поєднаних іншим способом). У кожній діяльності можемо виокремити *агентів*. Агент, – це особа, з погляду якої розглядається діяльність. Цей *агент* є обов’язковим учасником усіх дій цієї діяльності. Для пари {агент, діяльність} завжди визначається очікуваний (для агента) результат участі агента у цій діяльності. Один агент може водночас брати участь у декількох діяльностях (багатопотокова діяльність агента).

Кожний окремий потік діяльності складається з послідовного виконання дій. Дії характеризуються унікальним ідентифікатором (номером), іншими ідентифікаційними параметрами, вектором значень характеристик (параметрів) дії. Діяльність розглядається у виділеному проміжку часу та має свою унікальну назву (номер, ідентифікатор), за якою її можна однозначно ідентифікувати. Для кожної діяльності визначено перелік дій,

доступних агенту у цій діяльності, та умови, за яких вони (дії) можуть бути застосовані агентом.

Відмінність *простого* процесу від *змішаного* полягає в тому, що для реалізації всіх або більшості функцій доступно декілька функціонально еквівалентних дій, можливо, з різними характеристиками. У *змішаному процесі* агент може обирати необхідну дію з переліку функціонально еквівалентних.

Для кожної пари {агент, діяльність} на виділеному проміжку часу визначено *цільову функцію*, яка відображає вподобання агента стосовно вибору дій та оцінювання загального результату діяльності. За значеннями цільової функції можна порівняти два різні варіанти (реалізації) діяльності та обрати кращий (з погляду цільової функції агента) варіант. Передбачається, що агент самостійно може обирати послідовність, тип та параметри дій у дозволених умовами діяльності (або середовища) межах. Саме так він може і керувати значеннями цільової функції та намагатися максимізувати (оптимізувати) досягнення своїх вподобань.

Змішане навчання в термінах змішаних процесів. Розгляньмо, як в термінах моделі змішаних процесів представити модель змішаного навчання. Змішаний процес навчання передбачає наявність різних учасників із різними функціональними ролями. Деякі з них обов'язкові, деякі ні. Нижче надаємо орієнтовний опис функціональних ролей учасників змішаних процесів навчання (він не є вичерпним).

Агент. Особа (суб'єкт), яка бере участь у навчальній діяльності та має власні цілі, свободу вибору і власні уподобання щодо процесів та результатів навчання.

Нормативні обмеження. Чинні законодавчі вимоги до обов'язкового змісту та способів отримання освіти.

Консультант цілепокладання. Особа, яка консультує агента з приводу обрання (уточнення) цілі його навчальної діяльності (визначення кінцевих результатів, які мають бути досягнуті, коли обрана діяльність буде завершена) або сервіс з такими ж можливостями.

Консультант деталізації обраної цілі (методист). Особа, яка консультує агента з приводу деталізації кінцевої цілі на послідовність підцілей для планування та обрання окремих навчальних дій або сервіс з такими ж можливостями.

Логістик. Особа, яка на запит агента знаходить необхідний ресурс, що забезпечує виконання запланованих навчальних дій, та середовище діяльності відповідно до заданих цілей (підцілей) агента або сервіс з такими ж можливостями.

Провайдер ресурсів. Організація (середовище, особа...), яка надає ресурси для виконання діяльності із заданими характеристиками.

Можемо виокремити два типи середовищ змішаних процесів.

Глобальне середовище змішаних процесів – це всі доступні варіанти ресурсів, до яких потенційно може долучитися агент. Зазвичай пошук необхідного середовища та під'єднання до нього виконує сам агент або логістик.

Локальне середовище змішаних процесів – це середовище з визначеним (зазвичай обмеженим) переліком можливостей і ресурсів, яке виступає єдиною точкою входу для певної множини доступних дій агента (наприклад, заклад освіти). Це суттєво спрощує навігацію, деталізацію цілепокладання та логістику навчання, але обмежує варіативність, яку потенційно може надавати змішане навчання.

Приклад “шлях агента”. Повноцінна модель змішаного навчання передбачає дослідження шляхів всіх ролей. У рамках статті розглянемо шлях ролі *агента* (учня).

Цілепокладання (career guidance або просто guidance). Агент (учень) має визначити свою мету (загальний кінцевий результат), заради якої він долучається до певного циклу діяльності (навчання). Визначити цю *мету* агент може самостійно або за

допомогою інших (наприклад, батьків, друзів, кар'єрного консультанта). Ця мета описує, чого планує навчитися робити агент (учень) після завершення навчання.

Освітній консультант. На основі визначеної загальної мети освітній консультант формулює (допомагає сформулювати агенту) необхідний (деталізований) перелік результатів навчання (РН) та рекомендований порядок (структуру, послідовність) їх здобуття та підтвердження (визнання). Фактично формується індивідуальний (віртуальний, змішаний) навчальний план агента. Змішаний навчальний план — це відображення того, що навчальна діяльність може відбуватися в будь-якому місці глобального освітнього простору, а не тільки в окремому закладі освіти за стандартизованою програмою.

Добір необхідних ресурсів. За обраною структурою РН агент самостійно, за допомогою логістика або за відповідного сервісу (наприклад, як в [25], на вхід якого подаємо перелік РН, на виході отримуємо перелік відповідних освітніх ресурсів) обирає необхідні курси (освітні елементи, ресурси). До критеріїв пошуку курсів належать також показники можливостей “змішаності”.

Приєднання до обраних ресурсів. Після того, як бажані освітні ресурси обрані, необхідно забезпечити логістику взаємодії агента з цими ресурсами. Має бути організований доступ, укладено відповідні угоди (якщо ресурси цього вимагають), налаштоване обладнання та персональне інформаційне й організаційне середовище. Після цього агент може рухатися за своїм індивідуальним навчальним планом у змішаному форматі. Змішаність реалізується на двох рівнях. Перший — це змішаність на рівні обраних ресурсів. Другий — це змішаність способів та форм взаємодії з цими ресурсами в процесі навчання.

Вікно можливостей вибору. У процесі діяльності агента не всі потенційно доступні дії діяльності можуть бути обрані в певний момент. Можливість обрання певної дії може бути зумовлена вибором попередніх дій або результатами їх виконання (та поточним вектором стану агента і середовища).

Побудова моделі змішаного навчання. Спробуємо формалізувати процес (кроки) побудови моделі реалізації змішаного навчання агента, спираючись на введені вище поняття. Побудова моделі передбачає виокремлення об'єктів, їх параметрів, взаємозв'язків, станів, дій (перехід між станами) тощо.

Визначення

- Навколишнє середовище навчання з погляду агента називаємо середовищем змішаного навчання, якщо для одного змістовного елемента та одного функціонального способу його опанування є декілька різних доступних агенту дій, кожна з яких реалізує цей функціональний спосіб з цим змістовним елементом.
- Навчання з погляду агента називатимемо змішаним, якщо для одного змістовного елемента та одного функціонального способу його опрацювання агент має змогу обирати дію з доступного переліку дій (мінімум двох), кожна з яких реалізує цей функціональний спосіб з цим змістовним елементом.

Обираємо об'єкти моделі.

- Агент — це той, хто має власні навчальні цілі, виступає суб'єктом своєї діяльності та через навчальну діяльність досягає своїх навчальних цілей.
- Навколишнє середовище — це все, з чим взаємодіє чи практично може взаємодіяти агент в процесі навчання.
- В навколишньому середовищі можуть бути виділені окремі провайдери — навчання. Провайдери навчання — це установи, які забезпечують надання комплексного доступу до необхідних ресурсів та функцій за спрощеною системою (через єдиний вхід).

Обираємо параметри моделі.

- Цільову функцію агента встановлює сам агент. Вона пов'язує сукупний рівень досягнення запланованих (агентом) результатів навчання із сукупними витратами ресурсів агента на це.
- Мета агента — досягти обраних (агентом) результатів навчання на обраному (агентом) рівні за визначений (агентом) час та обсяг витрачених ресурсів.
- Можливість реалізації змішаного навчання залежить як від можливостей навколишнього середовища, так і від можливостей (здатностей, ресурсів) агента.
- Процес змішаного навчання з погляду агента можна охарактеризувати вірогідністю досягнення обраних результатів навчання на обраному (агентом) рівні у встановлений (агентом) термін та без перевищення заданого (агентом) обсягу сукупно використаних ресурсів.
- Змішаний процес навчання може потребувати додаткових ресурсів середовища та агента на можливість забезпечення “змішування”, але водночас може підвищити вірогідність досягнення обраних результатів навчання на обраному рівні у встановлений термін.
- У деяких ситуаціях найкращий результат досягається не обов'язково завдяки змішаному навчанню. Зазвичай це стандартизований результат за стандартизованих умов.

Обираємо вектори станів моделі.

- Агент, навколишнє середовище та провайдери навчання мають свої *вектори стану*.
- Вектор стану учасників (агент, навколишнє середовище, провайдер навчання) містить значення показників, склад яких достатній для визначення оптимальних (квазіоптимальних) дій агента.

Визначаємо зовнішні впливи.

- Вважається відомою закономірність (вона може бути випадковою) зміни векторів стану учасників під впливом зовнішніх факторів.

Описуємо дії та їх вплив на вектори стану.

- Деякі значення векторів стану всіх учасників можуть змінюватися під впливом зовнішніх (іноді випадкових) факторів, деякі змінюються як результат діяльності (виконання дій), деякі змінюються під впливом часу (наприклад, навченість).
- Агент досягає своєї мети опануванням (виконанням дій) змістових елементів (освітніх компонентів) певним функціональним способом.
- Функціональний спосіб опанування змістового елемента реалізується через відповідну (навчальну) дію.
- Для одного змістового елемента та одного функціонального способу його опанування може існувати декілька різних дій, кожна з яких реалізує цей функціональний спосіб для цього змістового елемента.
- Різні дії опанування одного змістового елемента та одного функціонального способу вносять різні зміни у вектори стану агента, навколишнього середовища, провайдера навчання.
- Усі доступні дії діяльності можемо розбити на *функціонально еквівалентні* групи дій (рис. 4). У такій групі дії виконують однакову функцію, але мають різні значення характеристик виконання та результату. Наприклад, вивчаючи один той самий зміст за підручником, дивлячись відео або в шоломі віртуальної реальності, отримуємо функціонально еквівалентний результат, але характеристики його можуть відрізнятися і ресурси, можливо, знадобляться різні.

Функціонування моделі. Реалізація запропонованої схеми передбачає розроблення механізму оптимального вибору агентом наступної дії на кожному кроці. Узагальнено цей механізм можна представити у формі функції, на вхід якої дається вже виконана послідовність дій агента із зазначенням типу, характеристик, поточних результатів та векторів поточного стану агента та навколишнього середовища, перелік всіх доступних дій у поточному стані, а на виході отримуємо перелік *доступних (найбільш рекомендованих)* дій для наступного кроку. З цього переліку агент може обирати дію відповідно до власних критеріїв оптимальності (формалізується через цільову функцію). Навіть більше, алгоритм може запропонувати агенту наступну оптимальну дію, відповідно до його критерію оптимальності.

Алгоритм вибору дії агента такий.

1. На основі структури (перелік та послідовність) функціонально визначених дій та інформації про вже виконані дії {змістовий елемент, функція} формуємо перелік пар {змістовий елемент, функція}, які потенційно можуть бути виконані.
2. Для кожної пари {змістовий елемент, функція} виявляємо доступні дії відповідного блоку функціонально ідентичних дій.
3. Для кожної доступної дії розраховується значення цільової функції з урахуванням вектора поточного стану агента та інших елементів моделі. Далі обирається дія, яка дає максимальний (мінімальний, залежно від способу оптимізації) приріст цільової функції. Окрему увагу необхідно приділяти модифікації алгоритму для забезпечення короткотермінової або довготермінової оптимальності (локальний та глобальний оптимум).

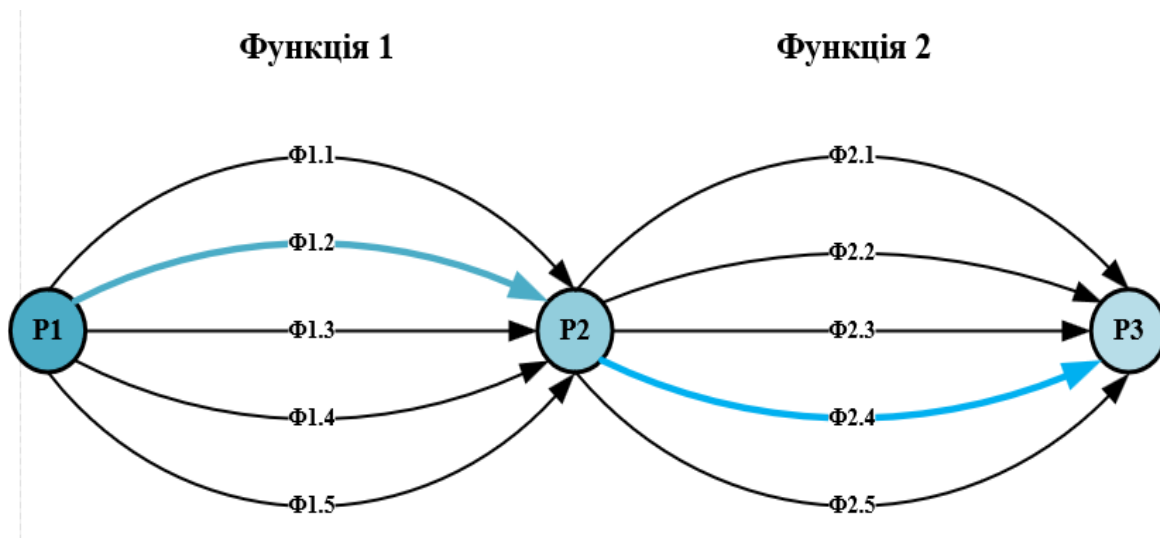


Рис. 4. Функціонально еквівалентні блоки дій

Умови ефективності змішаного навчання

Доцільність змішаної діяльності можна розглядати у двох аспектах. *Перший* — це доцільність з погляду певної особи-ролі (наприклад, агента). *Другий* — це доцільність з погляду організаторів (наприклад, локального освітнього середовища, закладу освіти або мережі закладів), де застосовується змішане навчання (змішана діяльність). Ці аспекти пов'язані. Щоб відбувався змішаний освітній процес мають бути реалізовані необхідні для цього ролі та функції. За наявності свободи вибору носії ролей долучаються до змішаного процесу тільки за умови, якщо вони побачать його переваги (які виражаються через їх відповідні цільові функції) порівняно з іншими варіантами процесу або взагалі іншими процесами.

В узагальненому випадку кожний агент (або роль) самостійно формує свій змішаний процес чи процеси. Агент може залучати до цього процесу різні середовища, провайдерів, ресурси та інших учасників. В окремих випадках може бути єдине середовище, яке цілком забезпечує змішаний процес для агента. Ці варіанти схематично наведено на рис. 5.

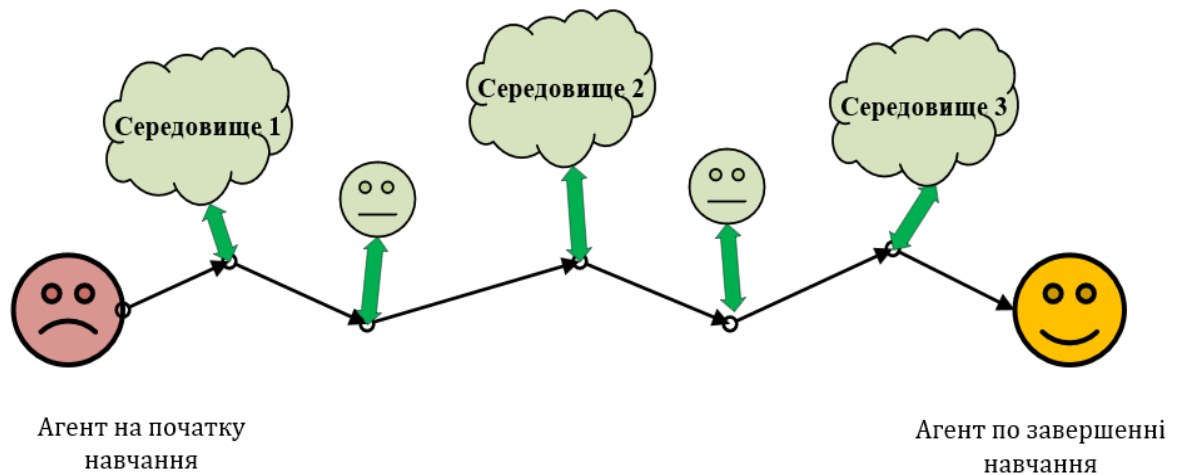


Рис. 5. Змішаний процес з різними середовищами та різними учасниками

Подивимось, як це працює на прикладі.

З погляду агента. Агент має свою ціль у формі переліку бажаних результатів навчання, рівня та темпів бажаного їх засвоєння. Відомий вектор стану агента та визначено цільову функцію його діяльності. Для того, щоб ефективно використовувати доступні ресурси в змішаному форматі, агент має виконати підготовчі дії, як-от:

- обрати з навколишнього середовища ресурси, які він реально планує застосувати в навчанні;
- підготуватися до застосування обраних ресурсів.

Особливість процесу підготовки полягає в тому, що деякі ресурси, заплановані до використання, потребують оплати та певних компетентностей агента. Це може бути одноразова плата, може бути плата за приєднання, може бути абонплата тощо. Також агент має витратити деякий час та ресурси на опанування роботи з обраними навчальними ресурсами. Наприклад, якщо планується використовувати перекладач, то гугл-перекладач готовий для застосування безплатно за наявності інтернету, але дає посередню якість. А DeepL Translate надає обмежену можливість використання безплатно для перекладу файлів, а все інше, наприклад, управління перекладом, власні словники — за оплати. Інший приклад — застосування імерсивних технологій. Підготовчі дії передбачають придбання, підключення необхідного обладнання та опанування роботи з ним. Вибір імерсивних ресурсів надалі вже буде обмежений технічними можливостями (сумісністю) з наявним обладнанням, програмним забезпеченням та навчальними ресурсами, які рекомендує провайдер навчання.

З погляду освітнього середовища. В узагальненому вигляді “середовище”, точніше організатори окремих його сервісів (елементів), зацікавлені в максимальному їх використанні агентами за відповідну винагороду. Тому в середовищі можуть виникати сервіси без попереднього узгодження з агентами в сподіванні, що вони ними скористаються.

Загальні умови для агентів і середовища — це ринкові відносини попиту та пропозиції, а також непередбачені зовнішні впливи, як-от: відключення електроенергії,

інтернету, необхідність працювати в бомбосховищі, тимчасовий переїзд в інше місце, зміна пріоритетів, пошкодження обладнання тощо. Агенти та організатори середовища по-різному оцінюють вірогідність та силу зовнішніх впливів. І тому по-різному готуються до них. Ця підготовка потребує додаткових ресурсів.

Отже, виникають дві оптимізаційні задачі.

Для агента. Оптимальний вибір ресурсів для навчання, ступінь підключення до них і обсяг підготовчих дій для застосування цих ресурсів. Наприклад, вивчення англійської мови (як підготовча дія) надалі суттєво розширює спектр доступних курсів для навчання англійською мовою. Придбання обладнання, яке дає змогу працювати 5-10 годин у разі відключення електроживлення, суттєво розширює можливості дистанційного навчання. Але ці додаткові можливості потребують додаткових ресурсів.

Для організаторів середовища. Організатори середовища мають максимально точно передбачити потреби агентів в умовах зовнішніх впливів та відносин запит-пропозиція, щоб бути потрібними. Ймовірно, у процесі взаємодії агенти — середовище виникатимуть типові ефективні конструкції взаємодії, які зрозумілі для більшості агентів і майже оптимальні відповідно до їх цільових функцій.

5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Забезпечення ефективності змішаного навчання відбувається на різних рівнях, різними суб'єктами та в різні моменти часу. Ефективним змішане навчання може бути тільки за умови певної готовності всіх учасників та реалізації ними своїх ролей та функцій, а саме: агентами під час планування, підготовки та навчання, організаторами середовища під час аналізу потенційного попиту, створення необхідних ресурсів, забезпечення гнучкості взаємодії з агентами та між елементами середовища.

Проведений теоретичний аналіз феномену змішаного навчання показав, що для ефективного цілеспрямованого застосування переваг змішаного навчання доцільно спиратися на відповідну *модель змішаних процесів*, яка дає змогу структурувати та деталізувати задачі оптимізації, які виникають у процесі організації змішаного навчання.

Запропонована *модель змішаних процесів* відкриває шлях для якісного та кількісного аналізу різних схем побудови середовища змішаного навчання та поведінки здобувачів у цих середовищах.

Широке впровадження змішаного навчання потребує створення та застосування відповідних сервісів підтримки цього процесу. На базі запропонованої *моделі змішаних процесів* можуть бути створені спеціалізовані рекомендаційні системи в освіті, які зможуть враховувати специфіку освітньої галузі та специфіку запитів користувачів змішаного навчання.

Подальші кроки бачимо в практичному впровадженні *моделі змішаних процесів* у розроблення моделі *інформаційної системи підтримки змішаного навчання*. Така система має допомагати організаторам освітнього середовища оптимально обрати ресурси та сервіси, які вони пропонують агентам навчання, а агентам (учням, студентам) реалізувати власне навчання в змішаному форматі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Y. Li, L. Chen, L. Cao, et al., "The effects of self-efficacy, academic stress, and learning behaviors on self-regulated learning in blended learning among middle school students," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 29, pp. 24087–24110, 2024, doi: 10.1007/s10639-024-12821-w.
- [2] К. Буhaйчук, Змішане навчання: теоретичний аналіз та стратегія впровадження в освітній процес, *Information Technologies and Learning Tools*, 2016, vol. 54, no. 1, doi: 10.33407/itlt.v54i4.1434.

- [3] I. Vorotnykova, *Дистанційне та змішане навчання в школі*. Путівник, Київ: ун-т ім. Б.Грінченка, 2020. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/rwfkgrw>
- [4] T. Arnett, *Families on the new frontier: Mapping and meeting the growing demand for unconventional schooling*, 2024. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/uyoujn>
- [5] В.М. Кухаренко, *Теорія та практика змішаного навчання: монографія*, Харків, 2016. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://qrgo.page.link/vWJsb>
- [6] M. Saritepeci and H. Cakir, "The Effect of Blended Learning Environments on Student Motivation and Student Engagement: A Study on Social Studies Course," 2015, doi: 10.15390/EB.2015.2592.
- [7] B. Joyce and M. Wel, *Models of teaching*, New Delhi: Prentice Hall of India, 2024, doi: 10.4324/9781003455370.
- [8] *Blended Process*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/yqnewd>
- [9] M. Cevikbas and G. Kaiser, Promoting Personalized Learning in Flipped Classrooms: A Systematic Review *Study, Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 18, art. no. 11393, 2022, doi: 10.3390/su141811393.
- [10] *Марковський процес вирішування*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/zbwqcr>. Дата звернення: 29.08.2024.
- [11] M. Danesi, Blending Theory and Mathematical Cognition, in *Handbook of Cognitive Mathematics*, Cham: Springer, 2022, pp. 89–110, doi: 10.1007/978-3-031-03945-4_50.
- [12] R. Nordquist, *Definition and Examples of Conceptual Blending*, ThoughtCo, 2023. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/sohknt>
- [13] *Conceptual blending*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/kdedih>
- [14] *Mixed reality*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/escxkq>
- [15] В.В. Ягупов, *Педагогіка: навчальний посібник*, Київ, 2002. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/bkamgj>
- [16] Т.В. Турбар, *Сучасні моделі освіти*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/yyzjxu>
- [17] Y. Wang, X. Han, and J. Yang, Revisiting the Blended Learning Literature: *Using a Complex Adaptive Systems Framework*, Educ. Technol. Soc., vol. 18, pp. 380–393, 2015. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/nqhhxf>
- [18] S. Inayatullah, "Life, the universe and emergence," *Futures*, vol. 26, no. 6, pp. 683–696, 1994, doi: 10.1016/0016-3287(94)90037-X.
- [19] N. Moore-Cherry, Pedagogical partnerships, identity building and self-authorship in geography higher education, in *Handbook for Teaching and Learning in Geography*, 2019, pp. 314–328, doi: 10.4337/9781788116497.00033.
- [20] S. Hart, *Measuring The Effectiveness Of Your Blended Learning Program*, 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surl.li/teherq>. Дата звернення: 29.08.2024.
- [21] M. Cleveland-Innes, D. Wilton, and S. Mishra, *Guide to Blended Learning*, Athabasca University, Canada, 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://hdl.handle.net/11599/3095>. Дата звернення: 29.08.2024.
- [22] *Blended learning University*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.blendedlearning.org/>. Дата звернення: 29.08.2024.
- [23] R. Huang, D. Ma, and H. Zhang, *Towards a Design Theory of Blended Learning Curriculum*, in *Hybrid Learning and Education*, J. Fong, R. Kwan, and F. L. Wang, Eds., Berlin, Heidelberg: Springer, 2008, vol. 5169, doi: 10.1007/978-3-540-85170-7_6.
- [24] M. Liu, G. Zhao, Z. Zhong, J. Ma, and W. Wang, Theoretical Foundations for Blended Learning, in *Handbook of Educational Reform through Blended Learning*, 2023, pp. 1–44, doi: 10.1007/978-981-99-6269-3_1.
- [25] *How the ASN Works, Achievements Standards Network*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://surli.cc/qguslw>. Дата звернення: 29.08.2024.
- [26] M. Turner and G. Fauconnier, *The Way We Think: Conceptual Blending And The Mind's Hidden Complexities*, 2002.

Матеріал надійшов до редакції 08.12.2024р.

MODELS OF BLENDED LEARNING IN THE CONTEXT OF MIXED PROCESSES

Yuriy Bogachkov

Ph.D (Technical Sciences), Senior Researcher,

Department of Technologies of Open Learning Environment

Institute for Digitalisation of Education, National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-5088-7154

bogachkov@iitlt.gov.ua

Pavlo Uhan

Ph.D. Senior Researcher,

Department of Technologies of Open Learning Environment

Institute for Digitalisation of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-7318-6027

ukhan@iitlt.gov.ua

Abstract. The article is devoted to theoretical understanding and development of a mixed process model for analysing and designing blended learning in the context of modern challenges, such as war, power and internet outages, which complicate traditional forms of education. Blended learning is seen as a flexible system that combines different forms, methods and technologies (traditional, distance, electronic, mobile) with an emphasis on learners' self-control over time, place, trajectory and pace of learning.

The purpose of the article is to develop a model of a mixed process and explore its application to the analysis and design of blended learning. The authors propose to consider blended learning through the prism of the characteristics of mixed processes, which are the basis for its understanding and modelling. The results of the study present a mixed process model (MPM) based on the concept of an agent (learning subject) with its own goals and freedom to choose actions from functionally equivalent alternatives. The model contains objects (agent, environment, providers), parameters (objective function, state vectors), actions and their impact on the system state. Mixed learning in terms of MFL is described as a process where an agent chooses optimal actions to achieve learning goals within the available resources and conditions. The article proposes an algorithm for selecting actions that takes into account the current state and the objective function of the agent, as well as the conditions for the effectiveness of blended learning from the perspective of the agent and the organisers of the blended learning environment.

The conclusions emphasise that the effectiveness of blended learning depends on the readiness of all participants (agents, organisers) to fulfil their roles and functions. The proposed model of mixed processes structures optimisation tasks, allowing to analyse and design blended learning as an adaptive system. It has been determined that the main goal of blended learning is to increase the probability of achieving the planned learning outcomes in the face of variability and limited resources.

Keywords: blended learning; model of blended processes; educational environment; flexibility; personalisation; efficiency.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Y. Li, L. Chen, L. Cao, et al., "The effects of self-efficacy, academic stress, and learning behaviors on self-regulated learning in blended learning among middle school students," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 29, pp. 24087–24110, 2024, doi: 10.1007/s10639-024-12821-w. (in English)
- [2] K. Buhaichuk, "Blended learning: theoretical analysis and implementation strategy in the educational process," *Inf. Technol. Learn. Tools*, vol. 54, no. 1, 2016, doi: 10.33407/itlt.v54i4.1434. (in Ukrainian)
- [3] I. Vorotnykova, *Distance and mixed learning at school*. Guidebook, Kyiv: B. Hrinchenko University, 2020. [Online]. Available: <https://surl.li/rwfkkgw> (in Ukrainian)
- [4] T. Arnett, *Families on the new frontier: Mapping and meeting the growing demand for unconventional schooling*, 2024. [Online]. Available: <https://surl.li/uyoujn> (in English)
- [5] V. M. Kuharenko, *Theory and practice of blended learning: Monograph*, Kharkiv, 2016. [Online]. Available: <https://qrqo.page.link/vWJsb> (in Ukrainian)
- [6] M. Saritepeci and H. Cakir, "The Effect of Blended Learning Environments on Student Motivation and Student Engagement: A Study on Social Studies Course," 2015, doi: 10.15390/EB.2015.2592. (in English)
- [7] B. Joyce and M. Wel, *Models of Teaching*, New Delhi: Prentice Hall of India, 2024, doi: 10.4324/9781003455370. (in English)
- [8] *Blended Process*. [Online]. Available: <https://surl.li/yqnewd> (in English)
- [9] M. Cevikbas and G. Kaiser, "Promoting Personalized Learning in Flipped Classrooms: A Systematic Review Study," *Sustainability* (Switzerland), vol. 14, no. 18, Art. no. 11393, 2022, doi: 10.3390/su141811393. (in English)

- [10] *Markov decision process*. [Online]. Available: <https://surl.li/zbwqcr>. Accessed: Aug. 29, 2024. (in Ukrainian)
- [11] M. Danesi, “Blending Theory and Mathematical Cognition,” in *Handbook of Cognitive Mathematics*, Cham: Springer, 2022, pp. 89–110, doi: 10.1007/978-3-031-03945-4_50. (in English)
- [12] R. Nordquist, “*Definition and Examples of Conceptual Blending*,” ThoughtCo, 2023. [Online]. Available: <https://surl.li/sohknt> (in English)
- [13] *Conceptual blending*. [Online]. Available: <https://surl.li/kdedih> (in English)
- [14] *Mixed reality*. [Online]. Available: <https://surl.li/escxkq> (in English)
- [15] V. V. Yagupov, *Pedagogy: Educational Manual*, Kyiv, 2002. [Online]. Available: <https://surl.li/bkamgj> (in Ukrainian)
- [16] T. V. Turbar, “*Modern models of education*.” [Online]. Available: <https://surl.li/yyzjxu> (in Ukrainian)
- [17] Y. Wang, X. Han, and J. Yang, “Revisiting the Blended Learning Literature: *Using a Complex Adaptive Systems Framework*,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 18, pp. 380–393, 2015. [Online]. Available: <https://surl.li/nqhhxf> (in English)
- [18] S. Inayatullah, “Life, the universe and emergence,” *Futures*, vol. 26, no. 6, pp. 683–696, 1994, doi: 10.1016/0016-3287(94)90037-X. (in English)
- [19] N. Moore-Cherry, “Pedagogical partnerships, identity building and self-authorship in geography higher education,” in *Handbook for Teaching and Learning in Geography*, 2019, pp. 314–328, doi: 10.4337/9781788116497.00033. (in English)
- [20] S. Hart, *Measuring The Effectiveness Of Your Blended Learning Program*, 2018. [Online]. Available: <https://surl.li/tehepq>. Accessed: Aug. 29, 2024. (in English)
- [21] M. Cleveland-Innes, D. Wilton, and S. Mishra, *Guide to Blended Learning*, Athabasca University, Canada, 2018. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11599/3095>. Accessed: Aug. 29, 2024. (in English)
- [22] *Blended learning University*. [Online]. Available: <https://www.blendedlearning.org/>. Accessed: Aug. 29, 2024. (in English)
- [23] R. Huang, D. Ma, and H. Zhang, “Towards a Design Theory of Blended Learning Curriculum,” in *Hybrid Learning and Education*, J. Fong, R. Kwan, and F. L. Wang, Eds., Berlin, Heidelberg: Springer, 2008, vol. 5169, doi: 10.1007/978-3-540-85170-7_6. (in English)
- [24] M. Liu, G. Zhao, Z. Zhong, J. Ma, and W. Wang, “Theoretical Foundations for Blended Learning,” in *Handbook of Educational Reform through Blended Learning*, 2023, pp. 1–44, doi: 10.1007/978-981-99-6269-3_1. (in English)
- [25] How the ASN Works, *Achievements Standards Network*. [Online]. Available: <https://surli.cc/qguslw>. Accessed: Aug. 29, 2024. (in English)
- [26] M. Turner and G. Fauconnier, *The Way We Think: Conceptual Blending And The Mind's Hidden Complexities*, 2002. (in English)

