

**АДАПТИВНІ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ: СУТНІСТЬ, ХАРАКТЕРИСТИКА,
СТАН ВИКОРИСТАННЯ У ВІТЧИЗНЯНИХ ЗАКЛАДАХ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ**

Анотація. У статті визначено сутність адаптивних систем навчання на основі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), що являють технологію, яка автоматично налаштовує навчальний контент відповідно до фактичного рівня навчальних досягнень учня/студента, який ця технологія і визначає, а також відповідно до індивідуальних особливостей (віку, темпу, психотипу тощо).

Здійснено порівняльний аналіз традиційної та адаптивної систем навчання (АСН) на основі ІКТ. Охарактеризовано основні переваги АСН, серед яких: автоматизація оцінювання та прогнозування; можливість «адаптуватися» під кожного учня/студента; регулювання ступеня складності навчального контенту; постійне відслідковування індивідуального навчального прогресу; отримання даних про індивідуальні потреби учнів/студентів; можливість відслідковувати власний освітній маршрут; можливість зниження рутинного навантаження на викладачів; можливість постійного вдосконалення навчальних курсів та ін.

Визначено характеристики, що притаманні переважній більшості АСН: автоматизація, секвенування, оцінювання, збір даних в режимі реального часу, самоорганізація. Здійснено опис основних типів АСН: АСН на основі машинного навчання; АСН на основі прогресивного алгоритму; АСН на основі правил; АСН на основі дерева рішень. Виокремлено низку показників, за якими можна визначити, чи є система навчання адаптивною.

Представлено результати опитування представників 16 педагогічних університетів та 15 інститутів післядипломної педагогічної освіти України, в результаті якого встановлено, що жоден із цих закладів не використовує АСН. Наголошено на тому, що нині АСН тільки починають активний розвиток і поступове впровадження – навіть у розвинених країнах світу такі системи ще набули значного поширення, проходячи експериментальну апробацію. У перспективі АСН стануть рушієм розвитку нової педагогіки, нових стратегій персоналізації освіти, розширення можливостей активного навчання.

Ключові слова: адаптивна система навчання, персоналізоване навчання, індивідуальна освітня траєкторія, індивідуальний навчальний прогрес, адаптивне оцінювання.

Постановка проблеми. Адаптивні системи навчального призначення приваблювали інтерес дослідників у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіті практично на всіх етапах розвитку цієї галузі. Адже завжди метою тих, хто розробляє і впроваджує комп'ютерно орієнтовані системи, було створити засоби, що найбільш повно задовольняли б освітні потреби.

Із розвитком технологій, веб-простору і хмарних обчислень можливості індивідуалізації та забезпечення адаптивності в освітніх системах значно зросли. Попри те, що сучасні адаптивні системи все ще перебувають у процесі експериментального вивчення, вони поступово розвиваються і впроваджуються в освітню практику різних країн світу. Ці системи спрямовані на забезпечення диференціації та персоналізації навчання на більш високому якісному рівні, порівняно з системами попередніх поколінь. Принципи їхньої роботи полягають у динамічному пристосуванні (адаптуванні) до рівня та тематики навчального курсу, що обумовлюється здібностями, знаннями й навичками окремого учня/студента. «Відстежуючи» те, що учень/студент знає та вміє, система з високим ступенем точності вибудовує його освітній маршрут, послідовно «переміщуючи» від одного навчального блоку до наступного, поки не буде досягнуто запланованих результатів.

З огляду на те, що практичний досвід застосування адаптивних систем навчання, як в Україні, так і у світі загалом, є досить незначним, важливим є розгляд концептуальних основ цієї технології задля уникнення двозначності тлумачень і підходів до розуміння її сутності, а також особливостей розроблення, впровадження та використання.

Аналіз актуальних досліджень. Вивченню концептуальних засад інформатизації освіти, аналізу педагогічного потенціалу використання ІКТ присвячені праці Беспалька В. П., Бикова В. Ю., Гершунського Б. С., Жалдака М. І., Лапчика М. П., Лапінського В. В., Литвинової С. Г., Монахова В. М., Морзе Н. В., Рамського Ю. С., Роберт І. В., Семерікова С. О., Спіріна О. М., Шишкіної М. П. та ін.

Використання адаптивних можливостей сучасних технологій в освіті розглянуто в дослідженнях В. Бондаря, П. Брусиловського, Ю. Бунтурі, Т. Давиденко, М. Зуєвої, Н. Капустіна, С. Прийми, П. Федорука та ін. Зокрема, Приймочо С. М. проаналізовано особливості інтелектуальних адаптивних навчальних систем відкритої освіти дорослих відповідно до рекомендаційної дидактико-виховної стратегії та методології аналізу та емпіричних даних Web Mining – технології для використання цінних знань [1]. Федоруком П. І. досліджено розвиток світової системи дистанційного навчання й контролю знань із використанням інтелектуальних Інтернет-технологій. Автор висвітлює сучасні проблеми теорії та методики проектування інтелектуальних адаптивних систем дистанційного навчання на засадах новітніх Web-технологій [2]. Дослідниками Брусиловським П. та Пейло С. здійснено порівняльний аналіз інтелектуальних і адаптивних навчальних систем, визначено перспективи розвитку таких систем на основі мережі Інтернет [3].

Теоретичні та практичні засади розробки і використання адаптивних систем навчання активно вивчаються закордонними експертами [4; 5], серед яких: Паглізе Л., Джонсон Д., Бьорк С., Йарнал Л., Брайант Г. та ін.

Досвід розроблення адаптивного масового відкритого онлайн-курсу на базі хмарної архітектури Amazon Web Services представлено в роботі Санвокара Н. [6].

Сутність та особливості адаптивного тестування стали предметом досліджень Любарського С. В. [7], Федорука П. І. [8], Лінакра Дж. М. [9], Лату Е. [10], Томпсона Н. А. та Вейса Д. Дж. [11; 12] й ін.

Поряд із цим, у вітчизняному науково-педагогічному просторі не представлено ґрунтовний аналіз поняття адаптивних систем навчання на основі сучасних ІКТ, не вивчено досвід їхнього використання в системі підготовки вчителів як головних суб'єктів упровадження інновацій в загальній середній освіті.

Мета статті – визначити сутність адаптивних систем навчання на основі ІКТ, стан їхнього використання у вітчизняних закладах педагогічної освіти.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети дослідження застосовано комплекс теоретичних і емпіричних методів: *теоретичні методи* – аналіз, систематизація, узагальнення праць вітчизняних і закордонних дослідників та експертів у галузі створення і використання сучасних засобів ІКТ, задля визначення змісту основних понять, переваг і характеристик АСН, виокремлення показників, що визначають, чи є система навчання адаптивною; співставлення і порівняння – для встановлення відмінностей між традиційною й адаптивною системами навчання на основі ІКТ; *емпіричні методи* – опитування і бесіди з представниками вітчизняних педагогічних університетів та інститутів післядипломної педагогічної освіти (31 заклад – 31 особа), компетентних в питаннях, які системи навчання використовуються в закладах, де вони працюють (керівники технічних відділів, відділів дистанційного навчання, фахівці з питань інформатизації закладу і т.д.). Опитування і бесіди проводилися у вересні 2018 р.

Виклад основного матеріалу. Адаптивні навчальні технології представляють собою спеціалізоване програмне забезпечення чи сервіси, які адаптуються до потреб окремих учнів/студентів у ході навчання. Ці інструменти здатні синхронізуватися з навчальним процесом і, базуючись на технологіях машинного навчання, можуть адаптуватися до прогресу кожного учня/студента і самостійно коригувати навчальний контент в режимі реального часу [13].

Хоча більшість сучасних систем підтримки навчання на основі ІКТ дозволяють значною мірою диференціювати та індивідуалізувати освітній процес, все ж це не є свідченням їхньої адаптивності. Зазвичай ці системи здатні на основі простих даних вибудувати більш-менш правильний індивідуальний освітній маршрут для учня/студента та дозволяють досягти певної диференціації навчального процесу за участю педагога чи без нього. Натомість, адаптивні системи навчання (АСН) являють собою платформи з гнучкими алгоритмами оцінювання, можливістю отримання даних про навчальний прогрес та побудови на їхній основі точних висновків. Вони передбачають відслідковування індивідуального прогресу кожного учня/студента та використання цих даних для динамічного модифікування контенту в режимі реального часу. Іншими словами, АСН більш динамічно і точно «підлаштовуються» під кожного конкретного учня/студента, його темп, вікові, психологічні та інші особливості, добираючи відповідний супровід і контент. У таблиці 1 представлено порівняльну характеристику традиційної та адаптивної систем навчання на основі ІКТ.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика традиційної та адаптивної систем навчання на основі ІКТ

Традиційна система навчання на основі ІКТ	Адаптивна система навчання на основі ІКТ
Епізодичне відслідковування навчальних результатів.	Ретельний контроль навчального прогресу учня/студента на всіх етапах.
Відслідковування результатів тестового контролю, статистики витраченого часу та ін.	Відслідковування складності матеріалу, успішності виконання подібних завдань, готовності учнів/студентів до сприйняття нового матеріалу, прогресу їхніх здібностей у часі та ін.
Фіксування того, що учні/студенти виконали.	Фіксування в деталях того, що учні/студенти знають.
Спрямованість на заучування.	Спрямованість на засвоєння.
Врахування рівня знань за різними темами / розділами / модулями тощо, «підбір» і «дозування» матеріалу з урахуванням виявленого рівня знань.	Врахування знань і вмій при «налаштуванні» параметрів контенту; оцінювання чутливості учнів/студентів до змін (у викладанні, темпі чи ін.); оцінювання сильних і слабких сторін учнів/студентів та відповідне коригування цілей; передбачення швидкості та вірогідності досягнення цілей, певного рівня знань тощо – для відшукування оптимальної стратегії для кожного учня/студента на кожному рівні.
Формування припущень, що призводять до зростання похибки з кожним наступним рівнем навчання.	Формування висновків і рекомендацій, точність яких зростає з кожним наступним рівнем навчання.

Серед переваг АСН визначають такі:

- автоматизація оцінювання та прогнозування, що значно підвищує ефективність цих процесів;
- можливість «адаптуватися» під кожного учня/студента, незалежно від стартового рівня знань, здібностей, особливостей психофізичного розвитку і т.д., на відміну від традиційної системи, в якій учень/студент повинен підлаштовуватися під загальні стандарти;

- регулювання ступеня складності навчального контенту, що сприяє більш ефективному, послідовному проходженню курсу;
- можливість постійного оцінювання, відслідковування навчального прогресу учня/студента та корегування його в разі необхідності;
- можливість отримання даних не лише про навчальний прогрес кожного учня/студента, а і його індивідуальні потреби;
- можливість учню/студенту здійснювати самоаналіз, відслідковувати власний освітній маршрут, прогрес у процесі навчання завдяки отриманню зворотного зв'язку (фідбеку) від системи в режимі реального часу;
- заохочення учнів/студентів до саморозвитку і реалізації індивідуальної освітньої траєкторії незалежно від викладача, за допомогою автоматизованих циклів зворотного зв'язку;
- можливість зниження рутинного навантаження на викладачів, вивільнення часу для професійного розвитку чи ін.;
- можливість постійного вдосконалення навчальних курсів на основі глибокого аналізу навчального прогресу, особливостей проходження індивідуальної траєкторії кожним учнем/студентом, що сприяє покращенню якості освітньої діяльності закладу загалом.

Існує багато форм АСН. Хоча в освітній галузі наразі не існує однозначної градації та опису таких систем, умовно їх можна описати за такими *характеристиками*, що будуть притаманні переважній більшості з них:

- автоматизація – можливість створення автоматизованих процесів, що зменшують кількість рутинних операцій під час оцінювання, навчання та досягнення навчальних цілей;
- секвенування – можливість забезпечення послідовного прогресування компетентностей учня/студента, визначених у кінцевих цілях, у фіксовану або нефіксовану одиницю часу;
- оцінювання – можливість застосування низки критеріїв, діагностичного й формувального оцінювання на засадах більшої безпосередності та безперервності;
- збір даних в режимі реального часу – можливість збирати, обраховувати та оцінювати дані з масиву ресурсів за допомогою визначених методів в режимі реального, або майже реального часу;
- самоорганізація – здатність системи використовувати результати для неперервного формування циклів зворотного зв'язку (фідбеків) в процесі викладання і навчання [4].

З огляду на зазначені характеристики вирізняють чотири основні *типи АСН*, а саме: 1) АСН на основі машинного навчання; 2) АСН на основі прогресивного алгоритму; 3) АСН на основі правил; 4) АСН на основі дерева рішень. Розглянемо їх детальніше.

1) *АСН на основі машинного навчання (Machine-Learning-Based Adaptive Systems)*. У загальному сенсі машинне навчання (МН) – це наука змусити комп'ютер діяти, не будучи явно запрограмованим [14]. Це підгалузь штучного інтелекту в галузі інформатики, яка часто застосовує статистичні прийоми для надання комп'ютерам здатності «навчатися» з отриманих даних, тобто поступово покращувати продуктивність у певній задачі без того, щоби бути запрограмованими явно [15].

Можна сказати, що навчання машини відбувається тоді, коли вона змінює свою структуру, програму або дані (у відповідь на зовнішню інформацію) таким чином, що її очікувана майбутня продуктивність покращується [14].

АСН, засновані на МН, є найсучаснішим науково орієнтованим засобом забезпечення справжньої адаптивності. Певною мірою МН близьке до технології розпізнавання образів, статистичного моделювання, предиктивної аналітики, статистичних закономірностей тощо. АСН, що базуються на МН, використовують запрограмовані алгоритми для створення адаптивного ядра та прогнозування в режимі реального часу навчального прогресу учня/студента. Такі АСН використовують алгоритми навчання для створення інших алгоритмів, які, в свою чергу, створюють адаптивні послідовності та предиктивну аналітику, що може неперервно збирати дані та застосовувати їх для просування учня/студента за освітнім маршрутом [4; 5].

Основними характеристиками АСН, заснованих на МН, визначають такі:

- постійне та динамічне вдосконалення – методика навчання з часом покращується;
- профілі учнів/студентів, що містять класифікаційні відомості про тих, хто навчається – стиль навчання, навчальний прогрес, індивідуальні особливості, сильні та слабкі сторони тощо;
- особистий шлях та темп навчання – учні/студенти можуть автоматизувати процес самонавчання;
- індивідуалізований зворотній зв'язок – система здатна виводити дані про індивідуальний рівень знань учня/студента і надавати точний фідбек, рекомендації, засновані на загальних уявленнях про ефективне навчання;
- контент-агностика – система передбачає відносне знання про навчальні результати, досягнення учня/студента на різноманітні навчальних засобів (текст, відео, аудіо тощо) [4; 5].

2) *АСН на основі прогресивного алгоритму (Advanced Algorithm Adaptive Systems)*. Такі системи забезпечують «взаємодію» між комп'ютером та учнем/студентом в форматі «1:1», що робить її масштабованою за типом вмісту (як правило, точних наук). Змістові модулі призначаються («відкриваються») для конкретних, окремих профілів учнів/студентів на основі попередньо підтвердженої якості знань та навичок. Тобто, якщо учень/студент успішно пройшов модуль «А», це фіксується в його профілі, і після цього система «підбирає» для нього наступний модуль – «Б».

Такі системи здійснюють зворотній зв'язок, оцінювання освітніх маршрутів, добір навчального контенту для учня/студента в режимі реального часу, аналізуючи дані, отримані від інших учнів/студентів, які досягли подібного рівня, вивчають аналогічний контент. АСН на основі прогресивного алгоритму записують і управляють величезними обсягами даних, прив'язаними до профілів учнів/студентів, та фіксують різну поведінку і види активності: кількість

«кліків», часові інтервали, протягом яких виконувались ті чи інші завдання, невдалі і вдалі спроби виконання завдань тощо. У таких системах освітні маршрути визначаються в режимі реального часу, а зворотній зв'язок забезпечується миттєво у відповідь на дані, що неперервно аналізуються у фоновому режимі. Методи навчання та освітній контент змінюються на альтернативні, якщо попередньо закладений маршрут виявився неефективним.

3) АСН на основі правил (*Rules-Based Adaptive Systems*). Такі АСН функціонують на основі заздалегідь визначеної низки правил і, порівняно з системами на основі МН, менш точно адаптуються до кожного учня/студента. Подібні системи проєктуються не за алгоритмічним підходом. Натомість, вибір навчального маршруту обумовлюється певними правилами, що можуть змінюватися для окремих учнів/студентів, а зворотній зв'язок надається після завершення навчального модуля. АСН на основі правил не використовують дані профілів щодо індивідуальних особливостей, характеристик. Учні/студенти проходять заздалегідь визначений навчальний маршрут з заданими послідовностями. При цьому систематично надається зворотній зв'язок, а виправлення вносяться на основі попередньо визначеної низки правил.

4) АСН на основі дерева рішень (*Decision-Tree Adaptive Systems*). Такі системи являють відносно просту класифікацію («дерево») визначеного і обмеженого репозитарію контенту, оцінок, банку відповідей. Зазвичай подібні системи мають обмежені типи оцінок, що є бінарними за формою і функціями. АСН на основі дерева рішень відрізняються від АСН на основі правил, оскільки правила в них є відносно статичними і не змінюються. Такі системи на використовують профілі учнів/студентів, натомість вони використовують низку статистичних послідовностей по типу «якщо це – тоді це» [4; 5].

Системи на основі дерева рішень, в залежності від їхньої складності, можуть приймати форму інтелектуальних систем, але не є основаними на знаннях, оскільки в них не закладено відповідний колективний збір даних. Такі АСН використовують встановлений набір правил із попередньо визначеного набору модулів контенту, оцінок і банків-відповідей. Використовуючи інтервали даних і зворотній зв'язок, створюються робочі потоки учнів/студентів.

АСН, незалежно від їхнього типу, як правило, потребують архітектури, що інтегрує ключові функції модулів (навчального контенту), оцінювання та рамки компетентностей, які в сукупності мають забезпечити підтримку персоналізованого освітнього середовища. Як зазначено в [4], АСН, як мінімум, складаються з методів, що організовують: 1) навчальні модулі (зміст, контент), який необхідно пройти; 2) декілька систем оцінювання, що відслідковують та оцінюють навчальні досягнення учнів/студентів; 3) методи, що дозволяють узгодити демонстрацію навчального змісту з окремими учнями/студентами динамічним та персоналізованим чином.

Аналіз джерельної бази, переважно робіт закордонних дослідників і експертів, дозволив виокремити низку показників, що визначають, чи є система навчання адаптивною. Отже, вважаємо систему навчання адаптивною, якщо вона:

1. Може адаптуватися до різних стилів навчання (наприклад, різного темпу).
2. Містить статистично точні когнітивні моделі, що дозволяють визначити і перевірити достовірність досягнутого компетентнісного рівня учнів/студентів.
3. Може коректно реалізовувати адаптивну послідовність для точного і неперервного збирання даних в режимі реального часу щодо успішності учня/студента та використання цих даних для автоматичного коригування освітнього маршруту.
4. Містить функціонал для адаптивного оцінювання.
5. Може точно визначати виправлення та коригувальні дії шляхом адаптивного оцінювання (як на основі норм, так і на основі критеріїв).
6. Може синхронно критично вимірювати знанневий (наскільки успішно учень/студент опанував навчальний зміст) та поведінковий (наскільки учень/студент активно був залучений в навчальний процес) компоненти.
7. Може розробляти комплексні рамки компетентностей, що індексують результати навчання.

З метою виявити, які саме системи підтримки навчання використовуються у вітчизняних закладах педагогічної освіти, і чи є серед цих систем адаптивні, нами було проведено опитування, в якому взяв участь 31 заклад (16 педагогічних університетів та 15 інститутів післядипломної педагогічної освіти). Взавши до уваги представлені вище показники встановлено, що наразі жодний із опитаних закладів не використовує АСН. Результати опитування візуалізовано на рис. 1-3.

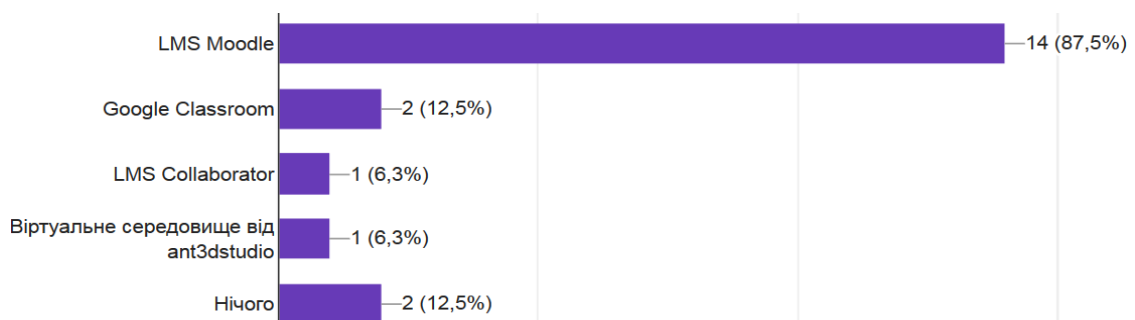


Рис. 1. Системи підтримки навчання, що використовуються у вітчизняних педагогічних університетах

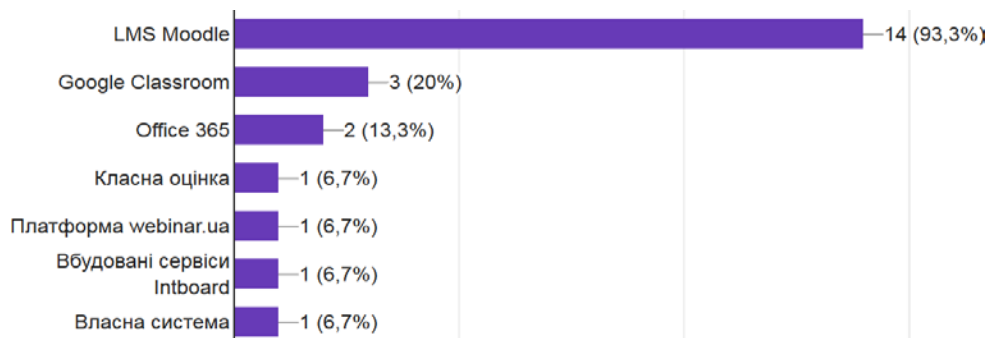


Рис. 2. Системи підтримки навчання, що використовуються у вітчизняних закладах післядипломної педагогічної освіти

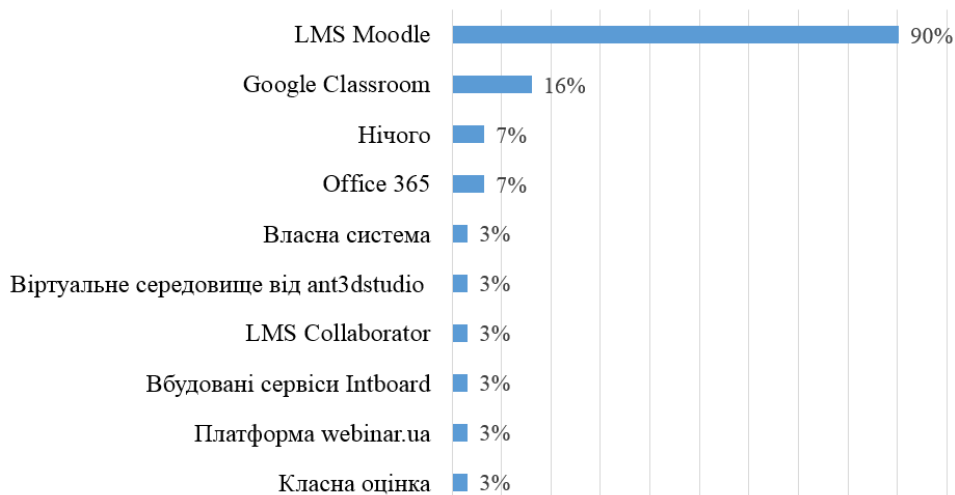


Рис. 3. Системи підтримки навчання, що використовуються у вітчизняних закладах педагогічної освіти – педагогічних університетах та інститутах післядипломної педагогічної освіти (зведені дані)

Як бачимо, найбільш поширеною є система управління навчанням Moodle (LMS Moodle). Попри широкий функціонал і низку переваг, що надає ця система, вона, однак, не є адаптивною, як і решта засобів, які наразі використовуються у закладах педагогічної освіти України.

Зауважимо, що на сьогодні АСН тільки починають активний розвиток та поступове впровадження. Навіть у розвинених країнах світу такі системи ще набули значного поширення, проходять експериментальну апробацію. Згідно з [13], у найближчі декілька років АСН стануть рушієм розвитку нової педагогіки, нових стратегій персоналізації освіти, розширення можливостей активного навчання.

Висновки. Сучасні досягнення у розвитку технологій дозволяють розширити функціонал підтримки індивідуальних навчальних траєкторій учнів/студентів. Науково обґрунтоване і педагогічно доцільне впровадження в навчальне середовище сучасних ІКТ, зокрема адаптивних систем, сприятиме набуттю цим середовищем ознак відкритості, персоналізованості, що уможливить доступ до якісного освітнього контенту всім суб'єктам навчання, незалежно від індивідуальних особливостей.

АСН представляють собою спеціалізоване програмне забезпечення чи сервіси, що адаптуються до потреб окремих учнів/студентів у процесі навчання. Ці інструменти здатні синхронізуватися з навчальним процесом, адаптуватися до прогресу кожного учня/студента, самостійно коригувати навчальний контент в режимі реального часу. Опитування, проведене нами у вітчизняних педагогічних університетах та інститутах післядипломної педагогічної освіти (загальною кількістю 31 заклад), показало, що у жодному з них наразі не застосовуються АСН. Найбільш затребуваною залишається LMS Moodle, яка, попри всі свої переваги, не є адаптивною системою.

АСН ще тільки розвиваються, поступово набираючи обертів у розвинених країнах світу. Такі системи, у порівнянні з розробками попередніх поколінь, краще і швидше налаштовуються в процесі роботи, володіють властивостями гнучкості, відкритості до модифікацій, що зрештою і дозволяє забезпечити індивідуалізацію, персоналізацію, особистісно орієнтований підхід у навчанні. Алгоритми, закладені в АСН, оцінюють результати кожного учня/студента в режимі реального часу і залежно від цього коригують зміст, темп та ін. В основу функціонування таких систем закладено компетентнісний підхід, зорієнтованість на індивідуальний прогрес. Це відрізняє їх від традиційних систем управління навчанням, спроектованих для масового навчання, лінійного проходження курсу.

Основна перевага АСН полягає в їхній можливості визначати, як людина навчається, як «просувається» у виконанні завдань, а також у забезпеченні точного і своєчасного зворотного зв'язку та покращенні навчальних

результатів. Оскільки такі системи здійснюють обчислення дуже високого порядку, аналізуючи величезні масиви даних в режимі реального часу, питання масштабованості системи може розглядатися з двох позицій: як ефективно програмувати ці системи та як підготувати таку архітектуру, щоби витримувала обробку, завантаження, розподіл цих даних. З огляду на це, вважаємо актуальним і перспективним вивчення теоретичних засад проектування АСН на основі хмаро орієнтованих платформ, а також розроблення методик їхнього використання в професійній підготовці вчителів, як головних суб'єктів упровадження інновацій в загальній середній освіті.

Список використаних джерел

1. Прийма С. М. Особливості функціонування інтелектуальних адаптивних навчальних систем відкритої освіти дорослих. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України*. 2012. № 3. С. 241–254
2. Федорук П. І. Адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань на базі інтелектуальних Інтернет-технологій: монографія. Івано-Франківськ: Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2008. 326 с.
3. Brusilovsky P., Peylo C. Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *International Journal of Artificial Intelligence*. 2003. Education Vol. 13, Issue 2-4. P. 159–172.
4. Pugliese L. Adaptive Learning Systems: Surviving the Storm. *EDUCAUSE Review*. 2016. URL: <https://er.educause.edu/articles/2016/10/adaptive-learning-systems-surviving-the-storm> (дата звернення: 10.09.2018).
5. Pugliese L. The Visualization for an Ideal Adaptable Learning Ecosystem. *IMS Global Learning Consortium*. URL: <https://www.imsglobal.org/adaptive-adaptable-next-generation-personalized-learning#visualizationforidealadaptablelearningecosystem> (дата звернення: 16.09.2018).
6. Sonwalkar N. The First Adaptive MOOC: A Case Study on Pedagogy Framework and Scalable Cloud Architecture. URL: <https://www.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/mooc.2013.0007> (дата звернення: 27.09.2018).
7. Любарський С. В. Адаптивні алгоритми оцінки знань в інтелектуальній комп'ютерній тренажерній системі навчання. *Зб. наук. праць ВІТІ НТУУ «КПІ»*. 2010. № 2. С. 59–64.
8. Федорук П. І. Адаптивні тести: статистичні методи аналізу результатів тестового контролю знань. *Математичні машини і системи*. 2007. № 3, 4. С. 122–138.
9. Linacre J. M. Computer-Adaptive Testing: Methodology Whose Time Has Come. Seoul, South Korea: Komesa Press, 2000. 58 p.
10. Latu E., Chapman E. Computerized adaptive testing. *British journal of Educational technology*. 2002. Vol. 33, № 3. P. 619–622.
11. Nathan A. Thompson, David J. Weiss. A Framework for the Development of Computerized Adaptive Tests. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. Vol. 16, № 1. URL: <http://pareonline.net/pdf/v16n1.pdf> (дата звернення: 27.09.2018).
12. Weiss D. J. Computerized Adaptive Testing for Effective and Efficient Measurement in Counseling and Education. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*. 2004. Vol. 37. P. 70–84.
13. Нові тенденції і прогнози розвитку освітніх технологій у світі на наступні п'ять років. URL: <http://profspilka.kiev.ua/publikacii/novyny/4195-nov-tendenciyi-prognozi-rozvitku-osvtnh-tehnology-u-svt-na-nastupn-ryat-rokv.html> (дата звернення: 08.09.2018).
14. Кашубін С. Г. Машинне навчання – технологія сучасності. URL: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2013/initki/txt/kashubin.pdf> (дата звернення: 11.09.2018).
15. Машинне навчання. URL: <https://goo.gl/N6cKCo> (дата звернення: 11.09.2018).

References

1. Pryima S. M. Features of functioning of intellectual adaptive educational systems of open adult education. *Visnyk Natsionalnoi akademii Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy*. 2012. № 3. P. 241–254 (in Ukrainian).
2. Fedoruk P. I. Adaptive system of distance learning and knowledge control based on intellectual Internet technologies: monograph. Ivano-Frankivsk: Prykarp. nats. un-t im. V. Stefanyka, 2008. 326 p. (in Ukrainian).
3. Brusilovsky P., Peylo C. Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *International Journal of Artificial Intelligence*. 2003. Education Vol. 13, Issue 2-4. P. 159–172. (in English).
4. Pugliese L. Adaptive Learning Systems: Surviving the Storm. *EDUCAUSE Review*. 2016. URL: <https://er.educause.edu/articles/2016/10/adaptive-learning-systems-surviving-the-storm> (date of request: 10.09.2018).
5. Pugliese L. The Visualization for an Ideal Adaptable Learning Ecosystem. *IMS Global Learning Consortium*. URL: <https://www.imsglobal.org/adaptive-adaptable-next-generation-personalized-learning#visualizationforidealadaptablelearningecosystem> (date of request: 16.09.2018) (in English).
6. Sonwalkar N. The First Adaptive MOOC: A Case Study on Pedagogy Framework and Scalable Cloud Architecture. URL: <https://www.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/mooc.2013.0007> (date of request: 27.09.2018) (in English).
7. Liubarskyi S. V. Adaptive algorithms for assessing knowledge in an intellectual computer training system. *Zb. nauk. prats VITI NTUU «KPI»*. 2010. № 2. P. 59–64. (in Ukrainian).
8. Fedoruk P. I. Adaptive tests: statistical methods for analyzing the results of knowledge test control. *Matematychni mashyny i systemy*. 2007. № 3, 4. P. 122–138. (in Ukrainian).
9. Linacre J. M. Computer-Adaptive Testing: Methodology Whose Time Has Come. Seoul, South Korea: Komesa Press, 2000. 58 p. (in English).
10. Latu E., Chapman E. Computerized adaptive testing. *British journal of Educational technology*. 2002. Vol. 33, № 3. P. 619–622. (in English).

11. Nathan A. Thompson, David J. Weiss. A Framework for the Development of Computerized Adaptive Tests. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. Vol. 16, № 1. URL: <http://pareonline.net/pdf/v16n1.pdf> (date of request: 27.09.2018) (in English).
12. Weiss D. J. Computerized Adaptive Testing for Effective and Efficient Measurement in Counseling and Education. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*. 2004. Vol. 37. P. 70–84. (in English).
13. New trends and forecasts of the development of educational technologies in the world for the next five years. URL: <http://profspilka.kiev.ua/publikacii/novyny/4195-nov-tendencyi-prognozi-rozvitku-osvtnh-tehnology-u-svt-na-nastupn-pyat-rokv.html> (date of request: 08.09.2018) (in Ukrainian).
14. Kashubin S. H. Machine learning – the technology of today. URL: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2013/initki/txt/kashubin.pdf> (date of request: 11.09.2018) (in Ukrainian).
15. Machine learning. URL: <https://goo.gl/N6cKCo> (date of request: 11.09.2018) (in Ukrainian).

ADAPTIVE LEARNING SYSTEMS: THE ESSENCE, FEATURES, STATE OF USE IN UKRAINIAN INSTITUTIONS OF PEDAGOGICAL EDUCATION

Nosenko Yuliya

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine, Ukraine

Abstract. *The article defines the essence of adaptive learning systems based on information and communication technologies (ICT), representing a technology that automatically adjusts learning content in accordance with the actual level of student's achievement, which this technology evaluates, and also according to individual characteristics (age, pace, psychotype, etc.).*

A comparative analysis of traditional and adaptive learning systems (ALS) based on ICT has been conducted. The main advantages of the ACS are described, among them: automation of estimation and prediction; the ability to be 'adapted' to each student; regulation of the complexity degree of educational content; constant tracking of individual educational progress; obtaining data about student's individual needs; ability to track one's own educational trajectory; ability to reduce the routine load on teachers; possibility of continuous improvement of training courses, etc.

The characteristics that are inherent to the majority of the ALS are determined: automation, sequencing, assessment, real-time data collection, self-organizing. A description of the main types of ALS is given, namely: machine-learning-based adaptive systems; advanced algorithm adaptive systems; rules-based adaptive systems; and decision-tree adaptive systems. A number of criteria is defined that can be used to determine if a learning system is adaptive.

The results of the survey of 16 pedagogical universities and 15 institutes of postgraduate pedagogical education of Ukraine are presented. It is established that none of these institutions uses ALS. It is emphasized that now ALSs are only beginning to be actively developed and gradually implemented. Even in leading countries, such systems have not become widely distributed, undergoing experimental testing. In near future, ALSs will become the driving force behind the development of new pedagogy, new strategies for personalizing education, and expanding opportunities for active learning.

Key words: *adaptive learning system, personalized learning, individual educational trajectory, individual learning progress, adaptive assessment.*