

Лекція 8

Тема: Персоналізоване навчання

Мета: поглиблене освоєння теоретичних та практичних питань сучасних інноваційних методик викладання природничих дисциплін, організаційно-правових форм активізації діяльності учасників навчального процесу.

План.

- 1. Суть персоналізованого навчання.**
- 2. Проблема двох сигм.**
- 3. Принципи персоналізованого навчання.**
- 4. Реалізація персоналізованого навчання в сучасній освіті.**

Зміст лекції.

1. Суть персоналізованого навчання.

Деякі університети вже сьогодні широко використовують алгоритми штучного інтелекту для реалізації персоналізованого навчання. Це також дозволить забезпечувати учнів матеріалами, які найбільше підходять під їхні індивідуальні академічні потреби.

«Пропозиція персоналізованих, адаптивних навчальних платформ визнає різноманітність, яка є частиною будь-якої навчальної екосистеми. Це стане суттєвою зміною для університетів, бо вона відходить за рамки традиційної моделі «єдиного модульного посібника для всіх».

Багато хто також вірить у те, що завдяки сучасним технологіям, які дозволяють досить легко дізнатися про щось через пошукову систему Google або легко вирішити математичну проблему, система освіти має змінитися й акцентувати увагу на інших навичках. Імовірно, тепер основним завданням буде навчити людей правильно шукати й обробляти інформацію – тобто навчитися правильно навчатися самим.

Уявлення про самих викладачів також може суттєво змінитися – наприклад, ВМС США вже запровадили систему навчання під назвою Education

Dominance в ІТ-школі в Пенсаколі. Платформа працює за такою самою системою, як і викладач-людина, при цьому також має технічні можливості, щоб відстежувати прогрес студентів.

Багато хто також прогнозує значне поширення онлайн-програм та онлайн-університетів, кількість яких зростає сьогодні. Студенти зможуть навчатися там, де захочуть – цифрові гаджети стануть новими інструментами для навчання.

Дедалі ширшого використання в освіті набуває віртуальна реальність (VR) – абітурієнти можуть ознайомитися зі своїми майбутніми університетами й прогулятися їхніми територіями, навіть не виходячи з дому.

Можливості VR вже використовують, наприклад, у медицині: технологія допомагає в практичних тренуваннях.

«Розумні» аудиторії. Самі навчальні заклади перетворюються на «розумні» за допомогою «інтернету речей» – поєднання великої кількості девайсів через інтернет, які зможуть обмінюватися між собою інформацією.

«Розумні» аудиторії покращать навчальний досвід студентів: класна кімната, під'єднана до «інтернету речей», зможе адаптуватися до персоналізованих налаштувань для підготовки аудиторії для різних факультетів».

Більш того, реєстрація відвідувань студентів також має стати автоматизованою.

Навчання дітей з особливими потребами. «Штучний інтелект матиме особливий вплив на дітей, які потребують спеціальної освіти. Ці діти, в основному, мають певний тип складнощів у навчанні, вони мають певні порушення в соціальних навичках, таких, як мова й спілкування, або вони мають проблеми з читанням, письмом та математикою», – пояснює оглядач Forbes.

Штучний інтелект допомагатиме персоналізувати навчальний підхід до кожної дитини для того, щоб зробити його максимально ефективним.

Технологія визначатиме особливості кожного учня й стежитиме за результатами.

Використання навчальних застосунків, які працюють на основі штучного інтелекту, вже сьогодні довели свою здатність збільшувати тривалість концентрації у дітей. «Технологічна освіта допомагає дітям легше зрозуміти і краще навчатися».

2. Проблема двох сигм.

У статті 1984 року Бенджамін Блум, американський психолог, що вивчав методи навчання, формулює так звану проблему «двох сигм». Вона полягала в тому, що при порівнянні студентів, які навчалися в звичайному класі, та студентів, що займалися з репетитором, останні демонстрували результати на два стандартних відхилення (дві сигми) краще.

Варто зазначити, що «звичайний клас» — це той, де тестування використовувалося виключно заради оцінювання, а зворотній зв'язок з викладачем був майже відсутній. Була й третя група студентів, що виконувала додаткові тести та мала кращий зворотній зв'язок з викладачем. Їх результати виявилися проміжними — вони були кращими на одне стандартне відхилення (одну сигму), ніж успіхи студентів, що сиділи в звичайному класі (рис. 1).

Такі результати свідчать, щонайменше, про дві речі:

1. Традиційний формат навчання в класі малоефективний.
2. Кожен може досягнути кращих результатів. Звідси постає запитання: як навчати так, щоб під час групових занять студенти демонстрували результати не гірші, ніж на заняттях з репетитором?

Такі результати вже в 1984 році спонукали переглянути роль учителя в навчальному процесі. Можливо, роль викладача – бути не джерелом інформації, а наставником, що задає індивідуальну траєкторію навчання для кожного учня? Так на освітню арену поступово але впевнено почала виходити персоналізація.

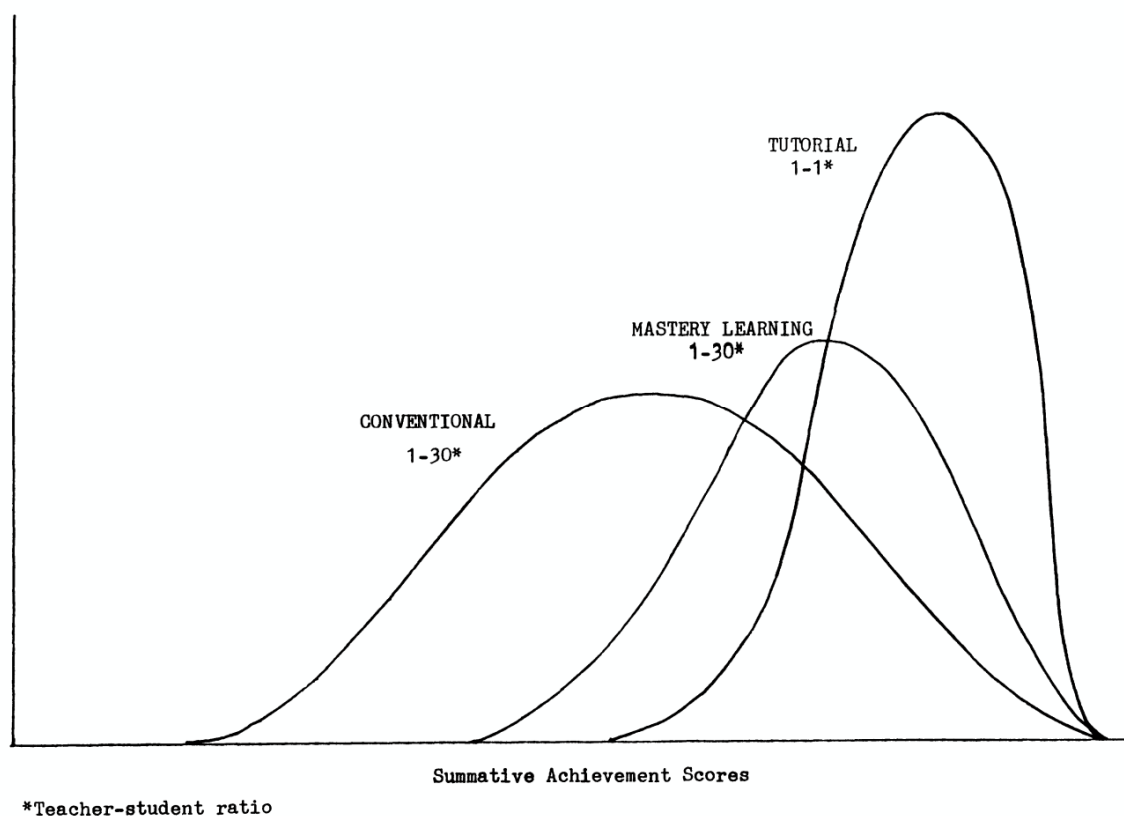


Рис. 1. Розподіл результатів досягнень студентів за Б.Блумом: Conventional — традиційний клас, Mastery Learning — клас зі зворотнім зв'язком, Tutorial — студенти, які навчалися з репетитором [17].

Якщо коротко, то персоналізація – це зсув акцентів. У центрі освітнього процесу постають не навчальні стандарти та вимоги, а учень. Його індивідуальність, слабкі та сильні сторони, таланти й здібності, навчальне середовище та культурний контекст – усе це фактори, які персоналізація пропонує врахувати та взяти на озброєння.

Отже, персоналізована освіта – не нова концепція в педагогіці, але особлива увага приділяється їй саме останніми роками.

У 2001 році Міжнародна Академія Освіти (International Academy of Education) у співпраці з ЮНЕСКО опублікувала буклет із серії Освітніх практик (Educational Practices Series). Він називається «Як навчаються діти» (How Children Learn), присвячений принципам ефективного навчання, а джерелами для написання слугували наукові дослідження та статистичні дані. Згодом ці принципи трохи переробили в Microsoft Education Transformation

Framework: 12 принципів персоналізованого навчання та поради щодо їх застосування на практиці [18].

3. Принципи персоналізованого навчання.

Принцип 1: Активна участь (Active Involvement)

Imagine Cup – міжнародний конкурс молодіжних проектів, який організовує Microsoft. Впродовж року команди працюють над ідеєю, а потім втілюють проект за допомогою технологій. Так молодь демонструє творчий підхід, впевненість у власних силах та вчиться брати на себе відповідальність, самостійно приймати рішення. Все це ознаки активної залученості до процесу – обов’язкового компоненту персоналізованого навчання

Для заохочення учнів та студентів брати активну участь у занятті слід використовувати такі правила:

- Уникати тривалого пасивного споживання інформації. Ні 90-хвилинним лекціям, під час яких учні змушені лише тихо сидіти й слухати.
- Давати учням завдання, що передбачають їх активну участь. До прикладу, вони можуть проводити вимірювання, спостереження та експерименти, розробляти проекти.
- Дозволяти учням бути відповідальним за власне навчання. До прикладу, запропонуйте їм вирішити, що саме вони хочуть вивчати та коли.
- Заохочувати цілі, які відповідають інтересам і прагненням учнів.

Принцип активної участі вже знайшов застосування в освіті. Так, все популярнішим стає **мейкерство** (від англ. make – робити). Це така собі оновлена версія гуртків «зроби сам», які вдосконалили за допомогою онлайн-платформ та курсів.

З розвитком мейкерства навіть виникла ціла онлайн-спільнота — DIY. У її межах діти від 6 до 16 років діляться своїм захопленням з однодумцями, а також навчаються новому. На платформі DIY існує ціле дерево навичок: щоб засвоїти якусь із них, необхідно виконати певні «челенджі». Так діти і створюють щось власними руками, і водночас комунікують з іншими.

У EdEra також не залишилися осторонь та створили невеликий онлайн-довідник «Вступ у мейкерство». У ньому можна дізнатися більше про ЧПК-фрезер, 3d-принтер та пайку.

Принцип 2: Соціальна участь (Social Participation)

Навчання – це соціальна діяльність, а тому обговорення, дискусії та робота в групах значно підвищують його ефективність. Діти навчаються краще, коли знають, що зможуть поділитися результатами з іншими.

Для «соціалізації» заняття в класі необхідно:

- Ініціювати роботу в групах так, щоб діти вчилися співпрацювати, наприклад, над спільним проектом.
- Організовувати дискусії та обговорення нового матеріалу. Так діти навчатимуться висловлювати власну точку зору, пояснювати нову інформацію, чути думки інших та оцінювати їх.
- При викладанні нового матеріалу наводити релевантні приклади із сучасного життя. На заняттях з хімії та біології можна запропонувати учням генерувати ідеї на актуальні теми: наприклад, як протистояти зміні клімату або глобальному потеплінню.

Хороший приклад втілення цього принципу — проект Tiny House. Учні 12-го класу американської школи створюють «екологічно чистий» дім. 42 дітей працюють разом на всіх етапах — від роботи з інформацією на початку до фізичної праці наприкінці. Так Tiny House об'єднує і принцип соціальної участі, і популярне мейкерство [19].

Принцип 3: Змістовні завдання (Meaningful Activities)

Ніхто не хоче виконувати роботу, яка не має сенсу. Люди будь-якого віку напружуються та докладають зусиль тоді, коли відчують: те, що вони роблять – важливо.

Саме це почуття важливості стає містком між шкільною освітою та реальним життям. У школі більшість завдань не здаються учням змістовними. До прикладу, вони не розуміють, ні навіщо їм писати твори, ні як це знадобиться в подальшому житті.

Як це виправити? Можна всім класом створити шкільну газету. Ніяких інновацій: запропонуйте цікаві теми для матеріалів, організуйте роботу в команді та не забудьте повідомити, що ця газета не буде припадати пилком у класі — її побачить вся школа.

Принцип 4: Зв'язок нової інформації з попередніми знаннями (Relating New Information to Prior Knowledge)

Нова інформація не має бути вантажем, який витісняє з голови те, що вже було вивчено. Знання – це черговий шматок пазлу, який ми інтегруємо у власну картину світу, і так бачимо його повніше. Однак під час навчання часто буває складно співвіднести те, що вже відомо, та нову інформацію. Тому одне із завдань викладачів — наголошувати на зв'язку вже вивченого з тільки-но засвоєними знаннями. Це можна зробити за допомогою:

- Дискусії. Перед початком нової теми влаштовувати обговорення, яке пов'яже попередні знання із тими, що тільки надійдуть.
- Тестування, щоб з'ясувати прогалини в попередніх знаннях або виправити не зовсім правильне розуміння матеріалу.
- Повторення попереднього матеріалу з наголосом на зв'язку з новим.
- Запитань, які допоможуть учням встановити нові зв'язки між знаннями.
- Моделей та схем, які візуалізують зв'язки між інформацією.
- Прикладів із життя, які наводять контекст до матеріалу. Навчання в контексті – це побудова знань на основі не тільки того, що нам уже відомо, воно передбачає й використання прикладів із повсякденного життя. До того ж, навчання в контексті передбачає й використання попередніх принципів: змістовності завдань, їх соціального аспекту та активної участі учнів.

Принцип 5: Стратегічність (Being Strategic)

Навчити навчатися, тобто застосовувати стратегії для побудови причинно-наслідкових зв'язків й запам'ятовування певних концепцій – вміння, яке потрібне протягом усього життя. Стратегії самостійного навчання, наприклад, застосування тестів для самоперевірки, часто залишаються поза

увагою вчителів та учнів. Однак чим більше навчальних стратегій людина засвоїть у школі, тим швидше знайде ті, що підходять їй найкраще. І зможе якісно навчатися все життя.

Як навчати навчатися

- Після проходження матеріалу пропонувати учням самостійно сформулювати ключові запитання до нової теми.
- На заняттях хімії заохочувати активні лабораторні роботи. Учні можуть самостійно висувати гіпотези, планувати їх перевірки, вести облік даних, робити висновки та обговорювати ідеї в класі.
- Заохочувати ведення структурованих конспектів. Це допомагає учням самостійно встановити причинно-наслідкові зв'язки та систематизувати знання.

Принцип 6: Самоконтроль та ефективне навчання (Engaging in Self-Regulation and Being Reflective)

Самоконтроль – це вже не просто вміння навчатися, а здатність серед відомих стратегій навчання обрати одну, найефективнішу в тому чи іншому випадку. Для цього потрібно не тільки вміти навчатися, а й бути здатним планувати й контролювати власне навчання. Вчитель може допомогти учню поставити цілі, спланувати навчальний процес, моніторити його та оцінити результати наприкінці.

- Заохочувати планування експериментів, розв'язання задач, читання книг.
- Під час обговорень закликати учнів надавати детальну й конструктивну оцінку чужих та власних думок.
- Заохочувати самоперевірку: «Навіщо я роблю те, що роблю? Наскільки добре я це роблю? Що ще потрібно зробити?» та самостійну постановку цілей. Пропонуйте дітям самостійно визначити, який спосіб навчання для них — найефективніший. Так, одні учні краще сприймають текстову інформацію, тоді як інші — схеми й графіки. А комусь потрібно прослухати інформацію, щоб краще її засвоїти.

Принцип 7: Реструктуризація попередніх знань (Restructuring Prior Knowledge)

Контрінтуїтивна інформація, тобто та, що доведена науковими методами, однак людська інтуїція та емоції все одно інтерпретують її як оманливу – не новина.

Дійсно, часом те, що ми вже знаємо про світ, заважає запам'ятати нову інформацію. Найчастіше це трапляється при вивченні математики, фізики та біології. То як подолати проблему, за якої попередні знання та життєвий досвід заважають засвоєнню нового матеріалу?

- Якщо попередній досвід школярів суперечить новій інформації, не варто різко доводити протилежне — це лише сприяє появі оманливих суджень. Слід будувати нові знання на основі того, що учням уже відомо та поступово підводити до розуміння правильних концепцій.
- Подавати контрінтуїтивну інформацію з доказами: експериментами, спостереженнями, даними.
- На засвоєння нової інформації потрібен час. Краще розглянути менше тем, але довше попрацюйте з кожною з них.

Принцип 8: Розуміння, а не запам'ятовування (Understanding Rather Than Memorization)

Навчання більш ефективно тоді, коли зосереджене на розумінні загальних принципів і концепцій, а не на запам'ятовуванні окремих фактів та алгоритмів. Саме розуміння – ключ до практичного застосування знань у життєвих ситуаціях. Це важливо, адже навіть завдання всесвітньо відомого тестування PISA перевіряють не те, як добре діти знають шкільну програму, а наскільки ефективно вони здатні використовувати шкільні знання в повсякденному житті. А щоб дійсно розуміти матеріал, його потрібно обговорювати та давати достатньо часу на обмірковування:

- Запропонувати учням пояснювати вивчене власними словами та наводити приклади.

- Давати завдання на порівняння, протиставлення та проведення аналогій.
- Використовувати завдання на виокремлення загального принципу із певних прикладів. Під час вивчення англійської можна навести учням приклади речень, у яких використовується час Present Simple. Потім запропонувати їм не заглядати в підручник, а самостійно сформулювати правила використання цього часу та формування його граматичних структур.
- Заохочувати дітей розробляти проекти: особливо це актуально для природничих наук. Наприклад, запропонувати учням вигадати власні способи боротьби з глобальним потеплінням. Тут знадобляться знання і з географії, і з екології, і з хімії, і навіть з англійської мови – для пошуку актуальних матеріалів.

Принцип 9: Перенесення знань на різні ситуації (Learn to Transfer)

Навчання стає більш ефективним та змістовним тоді, коли учні навчаються застосовувати знання в реальних життєвих ситуаціях. Це логічно, адже навіщо знати закони Ньютона, якщо вони існують лише в тестах та на сторінках підручника? Дитина охочіше засвоюватиме нові знання, якщо знатиме, що зможе застосувати їх і поза межами школи.

- Навчати заради розуміння, а не запам'ятовування фактів (тут знадобляться поради з принципу 8).
- Пояснювати дітям як можна застосувати нову інформацію на практиці та виводьте принципи з прикладів, а не навпаки.

EdEra спільно з МОН та МФ «Відродження» створили відеорекомендації для вчителів у рамках проекту «Оновлення програм для базової загальної середньої освіти». У відеорекомендаціях педагоги пояснюють як, до прикладу, за допомогою фізики розвинути фінансову грамотність, адже знання фізичних явищ можуть допомогти заощадити на електроенергії. Це гарний приклад перенесення шкільних знань на різні життєві ситуації.

Принцип 10: Час на практику (Time for Practice)

На засвоєння інформації потрібен час. На те, щоб застосувати її на практиці – також. Наприклад, рівень навичок читання та письма школярів залежать від того, яку кількість часу вони дійсно читали та писали.

- Присвячувати більше часу **активному навчанню** (згадуємо принцип активної участі дітей у занятті). Пасивне отримання нової інформації значно поступається за ефективністю завданням, які передбачають залученість учнів: це може бути планування експериментів, вимірювання, обговорення, підготовка проектів.

- Присвячувати час **свідомій практиці**, за якої учні самостійно оцінюють власний прогрес і відповідно регулюють навчальний процес. Також важливо робити перерви між практикою, щоб запобігти вигоранню.

- Підтримувати контакт з батьками, щоб спільно створити повноцінне навчальне середовище, яке залежить не тільки від школи. Атмосфера вдома, ставлення батьків до освітніх успіхів – ці фактори безпосередньо впливають на те, як навчається дитина.

Крім цього, варто звернути увагу на ігри-симуляції на кшталт Minecraft Education Edition. Це не тільки можливість практикувати отримані знання, але й гарний приклад використання одного з освітніх трендів — гейміфікації [20].

Принцип 11: Індивідуальні відмінності (Developmental and Individual Differences)

Індивідуальні відмінності відіграють основну роль у навчальному процесі. Зазвичай, школа приділяє увагу здібностям або до гуманітарних або до точних наук, однак їх не можна класифікувати лише за двома категоріями. Хтось може володіти непересічним просторовим мисленням або тонким музичним слухом, тому варто організувати навчання так, щоб виявляти та плекати індивідуальні відмінності кожного учня.

- Широкий вибір завдань і форматів допоможе зацікавити різних школярів. Комуś до вподоби текст, хтось краще сприймає зображення, а дехто – звук. Якщо учні мають вибір, то зможуть знайти найкращий варіант особисто для себе.

- Виявляти сильні та слабкі сторони дитини: для цього знадобиться впевненість та терпіння. Придивитися, як кожен школяр сприймає різні види діяльності, де він відчуває себе впевнено та наполегливо працює, а де – швидко опускає руки.

- Коли визначаються сильні сторони та таланти учнів, слід заохочувати використовувати їх під час навчання.

- Створювати умови для взаємодії з людьми з певної сфери діяльності. Наприклад, до класу можуть завітати лікар, журналіст, фізик, кухар і розповісти про свою професію.

Саме цей пункт реалізується за допомогою технологій адаптивного навчання. Створення індивідуальних шляхів засвоєння матеріалу, «розумні» тести, які виявляють слабкі та сильні місця, – все це елементи адаптивного навчання, які враховують індивідуальні відмінності учнів.

Принцип 12: Мотивація (Creating Motivated Learners)

Вмотивованого учня легко впізнати – він прагне досягти мети та приділяє цьому достатньо часу та зусиль. Усі вчителі хочуть працювати з дітьми, які вмотивовані навчатися, однак як мотивація безпосередньо впливає на навчання, так і викладач впливає на мотивацію:

- Визнавати досягнення учнів. Хвалити їх за успіхи, однак робити акцент на внутрішніх, а не зовнішніх факторах.

- Допомогати учням повірити в себе. Не принижувати їхні здібності, не порівнювати одне з одним, адже всі вони – унікальні та розвиваються у власному темпі.

- Допомогати школярам ставити перед собою цілі та коригувати їх так, щоб вони були реалістичними. Після постановки цілей підказувати учням як обрати оптимальну навчальну стратегію.

- Групувати дітей за їх здібностями та заохочувати кооперацію замість змагання: до прикладу, вони можуть спільно реалізувати навчальні проекти.

- Пропонувати розв'язувати цікаві завдання: не занадто легкі, але й не занадто складні. Дитина повинна відчувати, що потенційно може їх розв'язати – це спонукатиме її докладати більше зусиль.

4. Реалізація персоналізованого навчання в сучасній освіті.

Щороку Microsoft Education поповнює список найбільш інноваційних шкіл світу – Microsoft Showcase Schools. У переліку опиняються заклади, які використовують підходи персоналізованого навчання та розвивають серед школярів навички XXI століття. У буклеті за 2017-18 роки вказані 18 українських шкіл, зокрема і Новопечерська школа м. Києва, з якою співпрацює EdEra. Так, курси підготовки до ЗНО «Лайфхаки з української мови» та «Лайфхаки з української літератури» розроблялися разом із Ігорем Хворостяним, викладачем Новопечерської школи.

Персоналізоване навчання стає все популярнішим та ефективнішим завдяки стрімкому розвитку технологій. Адаптивні навчальні технології пристосовуються до студента в реальному часі, а також забезпечують його та викладача аналітикою навчального процесу.

Такі технології все частіше привертають увагу поважних навчальних закладів. Зокрема, платформа онлайн-навчання CogBooks та Університет Штату Аризона спробували запровадити перевернутий курс (новий матеріал опрацьовується вдома, а на занятті його обговорюють та виконують завдання) із основ біології та два курси з історії.

Для цього університет та CogBooks розробили адаптивне онлайн-середовище, й після першого семестру кількість студентів, які не склали курс, **впала в 10 разів** — з 15% до 1,5%. Адаптивне середовище включало відео та інтерактивні завдання: до того ж, викладач бачив статистику успішності студентів і міг виокремити теми, які необхідно детальніше опрацювати на занятті. У цей ж час, Технічний університет Колорадо використовує персоналізовану систему навчання Intellipath як один із основних компонентів курсу з програмування.

Адаптивні технології дозволяють врахувати індивідуальні особливості кожного учня. Вони – це, власне, репетитор, але дешевший, доступніший та інколи навіть якісніший. Технології не зможуть повністю замінити викладача в класі, але цілком здатні стати зручним доповненням для шкільних занять та курсів.

Їх основна мета – заохочувати активне навчання, просувати кожного студента за індивідуальною освітньою траєкторією. Це дозволяє не тільки покращити якість навчання, але й отримати дані, завдяки яким можна визначити слабкі групи студентів і фактори, що впливають на навчальні успіхи загалом.

Висновки.

Завдяки сучасним технологіям, які дозволяють досить легко дізнатися про щось через пошукову систему Google або легко вирішити математичну проблему, система освіти має змінитися й акцентувати увагу на інших навичках. Тепер основним завданням стане навчити людей правильно шукати й обробляти інформацію – тобто навчитися правильно навчатися самим. Нові технології не зможуть повністю замінити викладача в класі, але цілком здатні стати зручним доповненням для шкільних занять та курсів.

Література.

1. Беспалько В. Слагаемые педагогической технологи / В. Беспалько – М.: Педагогика, 1989. – 192с.
2. Бугайчук К. Мобильное обучение в высшей школе // Мобильное обучение. – 2008. – № 2. – С. 48-49.
3. Дишлева С. ІКТ-технології та їх роль в навчально-виховному процесі» / С. Дишлева [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://qoo.by/2Cu> .
4. Лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.2017 Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік/ [Електронний

- ресурс]. – Режим доступу: shkola.ostriv.in.ua/publication/code-781F53720D54F/list-9CBF2D9326
5. Матеріали из Википедии свободной энциклопедии [Електронний ресурс] – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Мобильное_обучение
 6. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: oblosvita.te.ua/news/2378-vprovadzhennia-stem-osvity
 7. Пилипчук О. «Перевернене» навчання інформатики / О. Пилипчук [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://qoo.by/2B1> .
 8. План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 роки/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqVM0APKQmc4LUd2MmVFckk/view>
 9. Приходькіна Н. О. Використання технології «переверненого» навчання у професійній діяльності викладачів вищої школи / Н. О. Приходькіна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://qoo.by/2Bk> .
 10. Савченко І. М. Реалізація ідей STEM-освіти Національним центром «Мала академія наук України» / Савченко І. М. // Наукові записки Малої академії наук України. – № 7. – 2015. – С. 148-157.
 11. Савченко І. М. Реалізація ідей STEM-освіти Національним центром «Мала академія наук України» / Савченко І. М. // Наукові записки Малої академії наук України. – № 7. – 2015. – С. 148-157.
 12. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформативних дисциплін у вищій школі: Монографія / Науковий редактор академік АПН України, д. пед. н., проф. М. І. Жалдак. – Кривий Ріг: Мінерал; К.: НПУ ім. Драгоманова, 2009. – 340 с.: іл. – Бібліогр.: с. 284–339.
 13. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми // Зб. наук. пр.

- Випуск 43 / Редкол. – Київ- Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2015. – 471 с.
14. Brabazon T. Mobile Learning: the iPodification of Universities / T. Brabazon, 2007. – 7 p.
 15. Naismith, L., Lonsdale, P., Vavoula, G. & Sharples, M. (2005) Literature Review in Mobile Technologies and Learning. Report 11, NESTA Futurelab. Bristol: NESTA Futurelab.
 16. Sharples, M. (Ed., 2007). Big issues in mobile learning: Report of a workshop by the Kaleidoscope Network of Excellence Mobile Learning Initiative. Nottingham, UK: University of Nottingham, Learning Sciences Research Institute.
 17. <http://web.mit.edu/5.95/readings/bloom-two-sigma.pdf>.
 18. <https://www.microsoft.com/en-us/education/default.aspx>
 19. <https://www.teachingchannel.org/videos/tiny-house-collaborative-project-hth>
 20. <https://education.minecraft.net/>