

3.2. Комплекс моделей оцінювання знань у системах дистанційного навчання

Персоналізація та адаптація навчального процесу є важливим критерієм сучасного освітнього процесу. Реалізація цих принципів є можливою завдяки використанню усіх новітніх технічних досягнень у сфері телекомунікаційних технологій і мережі Інтернет.

Застосування інтерактивних технологій в освіті не лише підвищує творчий і інтелектуальний потенціал студентів за рахунок самоорганізації, прагнення до знань, уміння взаємодіяти з комп'ютерною технікою і самостійно приймати рішення, але і формує компетентного фахівця з необхідною предметною орієнтацією. Адаптивні інтерактивні технології набуття та оцінювання знань дають можливість кожному студентові отримати об'єктивний результат щодо набутих знань, індивідуалізувати свій процес навчання, здійснювати самоконтроль.

Мета освіти повинна походити від самого студента, а зміст і оцінка результатів – від освітньої системи (навчальний заклад, навчальні матеріали і науково-педагогічні працівники). Проте сучасна динаміка потреб суспільства та ринку праці вимагає поліпшення освітнього процесу використанням новітніх технічних і програмних рішень.

Сучасна система освіти пропонує декілька форм її здобуття: очна (денна, вечірня), заочна, дистанційна, мережева, екстернатна, сімейна (домашня), педагогічний патронаж, здобуття освіти на робочому місці та дуальна [1]. На відміну від класичних форм навчання, дистанційна найбільше відповідає сучасному рівню розвитку суспільства – здійснюється з використанням усіх новітніх технічних досягнень у сфері телекомунікаційних технологій і мережі Інтернет.

Під дистанційним навчанням розуміється індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій [2].

Система дистанційного навчання (СДН) – це система (програмний додаток) для адміністрування, документації, відстеження, звітування та надання навчальних матеріалів із забезпеченням спільного доступу [3].

До переваг СДН належать сумісність, доступність, багаторазовість, довговічність, технічні можливості, адаптивність, підтримка різних форматів контенту, актуальність, простота та адекватність оцінювання [4], проте наявні і недоліки, наприклад, вимоги то технічної інфраструктури, викладачі повинні інтегрувати навчальні матеріали до СДН, можливе збільшення навантаження на викладачів [5]. Широкий спектр функціональних можливостей систем дистанційного навчання дозволяє задовільнити потреби сучасних навчальних тенденцій, значно поліпшити швидкість, комфорт та якість навчання.

Проблемам впровадження дистанційних форм навчання присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених таких як Ю.К. Бабанський [6], В.П. Беспалько [7], Д.А. Данилов, Ф.Д. Товарищева, А.М. Ніколаєв [8] та В.С. Пономаренко, Т.С. Клебанова, Р.М. Яценко [9]. Можливості використання СДН Moodle проаналізовано у працях В. В. Гавриленко, В. Д. Попенко, О. Є. Сокульського, О. А. Шумейко [10], В. П. Сергієнко, В. М. Франчука, Л. О. Кухар, О. В. Галицького, П. В. Микитенко [11], В. П. Степанов, Є. В. Пономаренко [12], С. Г. Шило [13]. Підходи до побудови адаптивного оцінювання знань проаналізовано у працях П.І. Федорук [14], Л.В. Зайцева, Н.О. Прокоф'єва [15] та К.С. Навроцька, Д.Х. Штофель, С.В. Костішин, В.І. Макогон [16]. Проте аналіз праць вказаних дослідників дав змогу виявити, що питання технічного розроблення адаптивної системи оцінювання знань у системах дистанційного навчання не було здійснено.

У дослідженні пропонується комплекс моделей оцінювання знань, загальну схему якого наведено на рис. 1. Він має 4 функціональних блока.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

Кожен блок має своє завдання у навчальному процесі – формування елементів знань, їх набуття, оцінка отриманих знань і підвищення якості навчального процесу.

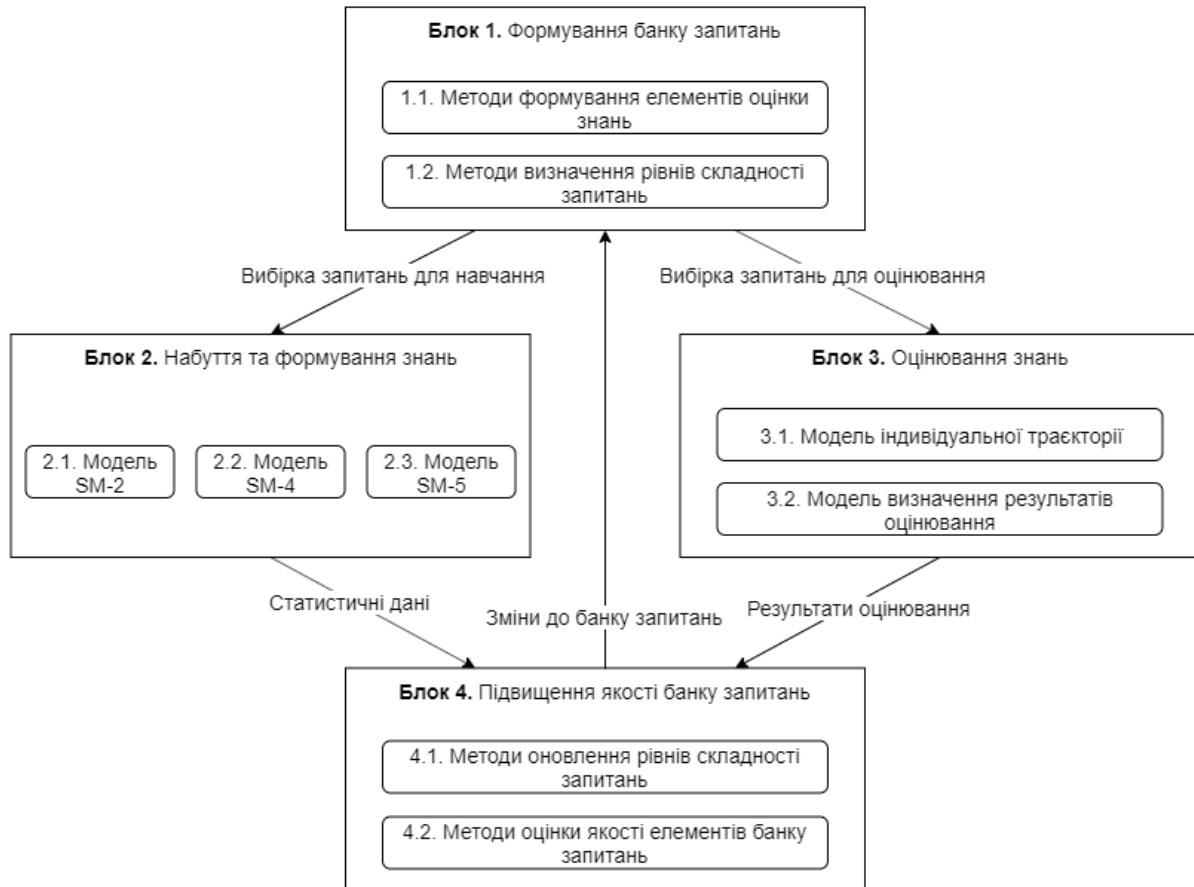


Рис. 1. Загальна схема комплексу моделей оцінювання знань

Блок 1. Формування банку запитань містить методи формування елементів оцінки знань і методів визначення рівнів складності запитань. Цей етап характерний формуванням загального банку запитань тестування, який розбивається на дві вибірки – для навчання та для оцінювання. Формування елементів оцінки знань відбувається у відповідності до завдань навчальної дисципліни, проте варто виділити загальні рекомендації:

елемент оцінювання повинен бути малим та односкладним, тобто направленим на оцінювання неподільної одиниці знань;

категоризація та поділ за темами дозволяє поліпшити навігацію та комбінування цілей оцінювання;

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

чітке та однозначне формулювання запитання та відповідей за їх наявності;

використання елементів візуалізації задля поліпшення сприйняття студентом, наприклад, схеми, таблиці, спеціалізовані інструменти для верстання формул, інфографіку і т.д..

Формування окремих вибірок для навчання та оцінювання дає змогу студенту засвоїти певну множину знань, а потім оцінити свої здібності, використовуючи інший набір запитань. Такий підхід надає можливість як навчити студента, так і об'єктивно оцінити його рівень знань. Реалізація такого підходу може відбуватися наступним чином:

поділ загального банку запитань у певному відношенні, наприклад, 9 до 1 – 90% на навчання, а 10% на оцінювання;

поділ з урахуванням рівнів складності: або простіші для навчання, а складніші для оцінювання, або створення аналогічних за розподілом рівнів складності комплектів запитань, аби процес оцінювання знань був схожим на навчання.

Для визначення рівнів складності елементів пропонується використовувати метод логіт-шкалювання, який базується на конвертації ймовірності успішного проходження елемента тестування у рівень складності за наступною формулою:

$$d_i = \ln\left(\frac{100-p_i}{p_i}\right),$$

де d_i – рівень складності i -го запитання;

p_i – відсоткова ймовірність успішного проходження i -го запитання.

Отримані рівні складності будуть у межах від -5 (найпростіші запитання) до 5 (найскладніші). Задля зручнішого використання отриманих значень можна поправити їх на зміщення зі значенням 5, аби отримати шкалу від 0 до 10. Цей спосіб призначений для повної автоматизації процесу визначення складності запитань. Він дає змогу отримати точніші значення рівня складності.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

До недоліків цього способу варто віднести те, що він погано показує себе на малих банках запитань і чутливий до нестачі статистичних даних. Формування банку запитань відбувається заздалегідь та потребує певної статистики стосовно проходження його елементів. Варто періодично модифікувати рівні складності елементів банку запитань, отримуючи більше і більше статистичних даних, наприклад, після кожної сесії тестування.

Блок 2. Набуття та формування знань реалізується за допомогою моделей, що сформовано методами інтервального повторення банку запитань для навчання. Методи інтервального повторення дозволяють ефективно набувати та формувати знання, максимізуючи стабільність пам'яті та мінімізуючи витрати часу завдяки оптимальним інтервалам повторення.

Однією з найважливіших проблем сучасного навчання є проблема забування. Вона полягає у тому, що незабаром після вивчення нового матеріалу ми пам'ятаємо лише невелику його частину. Чим менше у нас шансів повторювати те, що ми вивчили, тим більша швидкість стирання нових набутих знань з нашої пам'яті. Давно відомо, що «*repetitio est mater studiorum*» (лат.: «повторення є мати навчання»). Інакше кажучи, найкращим способом запам'ятовування є повторення вивченого матеріалу. Тим не менш, ми можете стикатись з розчаруванням, коли нам доводиться повторювати старі елементи у той час, як наші викладачі чи керівники також хочуть, щоб ми дізнавались якомога більше нового матеріалу [17].

Проблематичним є знаходження часу на засвоєння нового матеріалу та повторення пройденого. Зазвичай, ми знаходимо проміжне рішення. Більшість часу ми витрачаємо на вивчення нової інформації, забуваючи те, що вивчили раніше, та повторюємо лише той матеріал, що є необхідним для поточних іспитів та інших ситуацій. Результат такого підходу до навчання є катастрофічним. Більшість часу витрачається дарма, так як значну частину вивченого ми забуваємо. Безумовно, ми покращуємо загальне розуміння вивченого матеріалу, але розуміння також базується на спогадах і є однаково нестабільним. І те, коли ми безповоротно втратимо переважну частину своїх інвестицій у навчання є лише питанням часу.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

Сучасне навантаження не дозволяє повною мірою повторювати те, що ми вивчили раніше. Освітні системи у всьому світі штрафують тих, хто не засвоює новий матеріал. Ми потрапляємо у безглузду ситуацію: швидко вивчаємо новий матеріал, проходимо атестацію (контрольна робота, іспит), а потім починаємо вивчати наступний, забуваючи попередній. Вирішенням цієї проблеми може стати інтервальне повторення, яке значно скорочує час, необхідний для повтору вивченого матеріалу. Це повинно вирішити доволі значну частину проблем із навчанням.

Інтервальне повторення (англ. spaced repetition) – це метод навчання, що базується на обчисленні оптимальних інтервалів, які повинні відокремлювати засвоєння кожного індивідуального елемента знань для забезпечення високого рівня збереження у пам'яті [18].

Оптимальний інтервал – це ідеальний період часу для відокремлення засвоєння знань. Він використовується для максимізації ефекту запам'ятовування. У практичному використанні, збереження знань повинне бути головним критерієм оптимізації. У більшості випадків, термін «оптимальний інтервал» означає інтервали, у результаті яких індекс забування досягає 10% [19].

Оптимальні інтервали розраховуються на основі двох суперечливих критеріїв:

інтервали повинні бути максимально довгими, щоб отримати мінімальну частоту повторень та найкращим способом використати так званий інтервальний ефект, котрий говорить про те, що інтервали між повтореннями повинні доходити до певної межі, щоб досягти найсильнішого запам'ятовування;

інтервали повинні бути короткими, щоб гарантувати, що знання все ще залишаються у пам'яті.

На практиці ці два критерії перетворюються на наступний: під час вивчення інтервали повинні становити таку кількість часу, яка є необхідною для того, щоб обрана невелика кількість знань була забута. Ця пропорція, що називається індексом забування, може коливатися від 3% (для

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

більш повільного та ретельного запам'ятовування) до 20% (для більш швидкого навчання, що характеризується більш низьким рівнем утримання знань).

Індекс забування – це частка елементів знань, які не будуть відкладатись у пам'яті під час циклу повторення, яка виражена у відсотках. Тобто якщо індекс забування становить 10%, то можна вважати, що 90% матеріалів, які було пройдено за цикл засвоєння, буде збережено у пам'яті. Цей індекс використовується для формування щоденного циклу засвоєння елементів знань, тобто може бути не запам'ятовано саме таку частку знань під час циклу засвоєння [20].

Такий підхід може допомогти значно покращити процес навчання, зменшивши витрати часу та підібравши оптимальні інтервали для повернення до пройденого матеріалу, аби мінімізувати наслідки проблеми забування.

Набуття та формування знань у Блоці 2 комплексу моделей реалізується за допомогою моделей, в основі яких лежать SM-алгоритми інтервального повторення [21]. Одна з SM-2, SM-4 та SM-5 моделей призначається студенту на увесь період навчання. Вибір моделі відбувається випадково. Такий підхід було обрано заради перевірки на практиці кожної моделі з метою виявлення найліпшої. На рис. 2 зображено загальну схему навчання з використанням методу інтервального повторення, яка лежить у основі всіх моделей SM.

На рис. 3 зображено етап формування послідовності запитань на сесію навчання, який однаковий для всіх моделей SM. Він полягає у наповненні послідовності запитань певної довжини елементами для повторення або новими для вивчення. Розмір послідовності визначається викладачем, бажано встановити цей параметр у розмірі 15-20 елементів, аби студенти могли ефективно провести сесію навчання. Набір запитань спочатку наповнюється елементами на повторення, а якщо таких нема, то новими. Пошук запитання для повторення відбувається відповідно до значення інтер-

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

валу повторення, який було визначено після опрацювання нового запитання. Кількість формування та опрацювання сесій навчання є необмеженою.

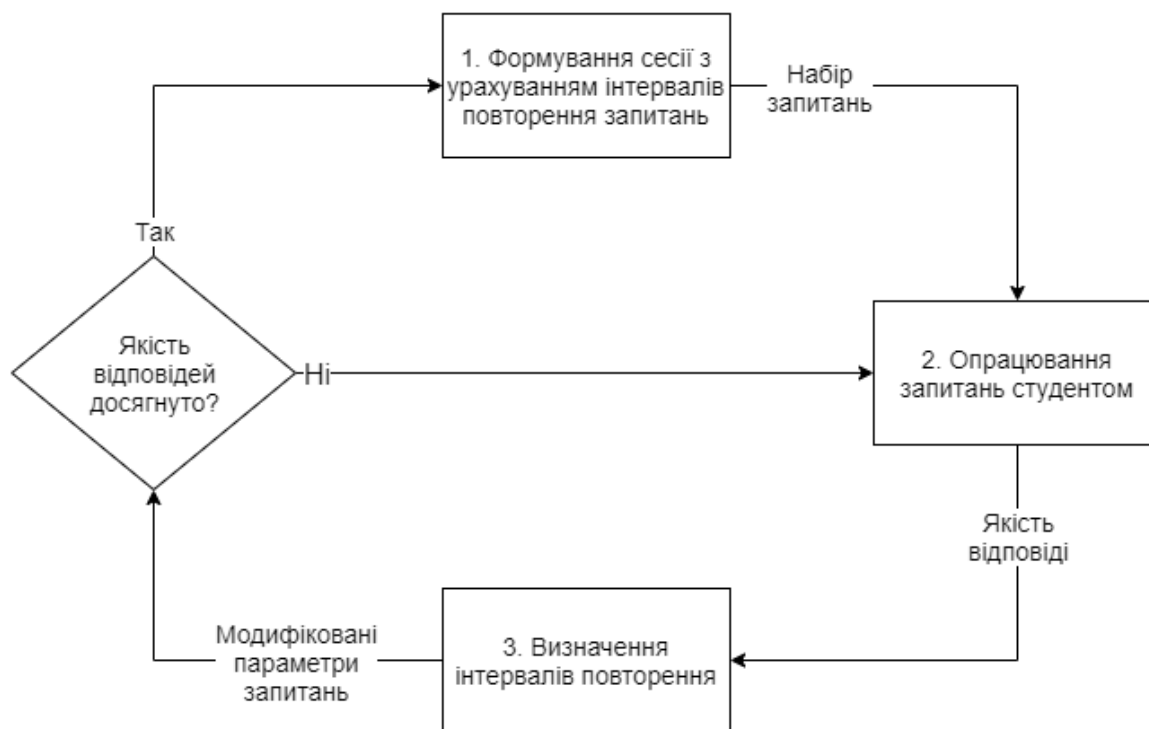


Рис. 2. Загальна схема навчання за методом інтервального повторення

Видача та проходження запитань відбувається у будь-який зручний спосіб для викладача та студента. Проте варто зазначити, що автоматизація всього процесу навчання дозволяє не тільки не турбуватись стосовно обрання оптимальних інтервалів повторення та зберігання допоміжної інформації для навчання, а також приділити більше часу на поліпшення якості наповнення – банку запитань.

Блок 3. Оцінювання знань побудовано із застосуванням моделі індивідуальної траєкторії та моделі визначення результатів оцінювання. Важливим етапом навчання є оцінка набутих знань, умінь і навичок особи, що навчається. Існує два підходи для цього – традиційний, що склався історично, якому притаманна велика ймовірність присутності суб'єктивної точки зору викладача та значна ресурсоемність, і сучасний, який прийшов на зміну першому з розвитком інформаційних технологій.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

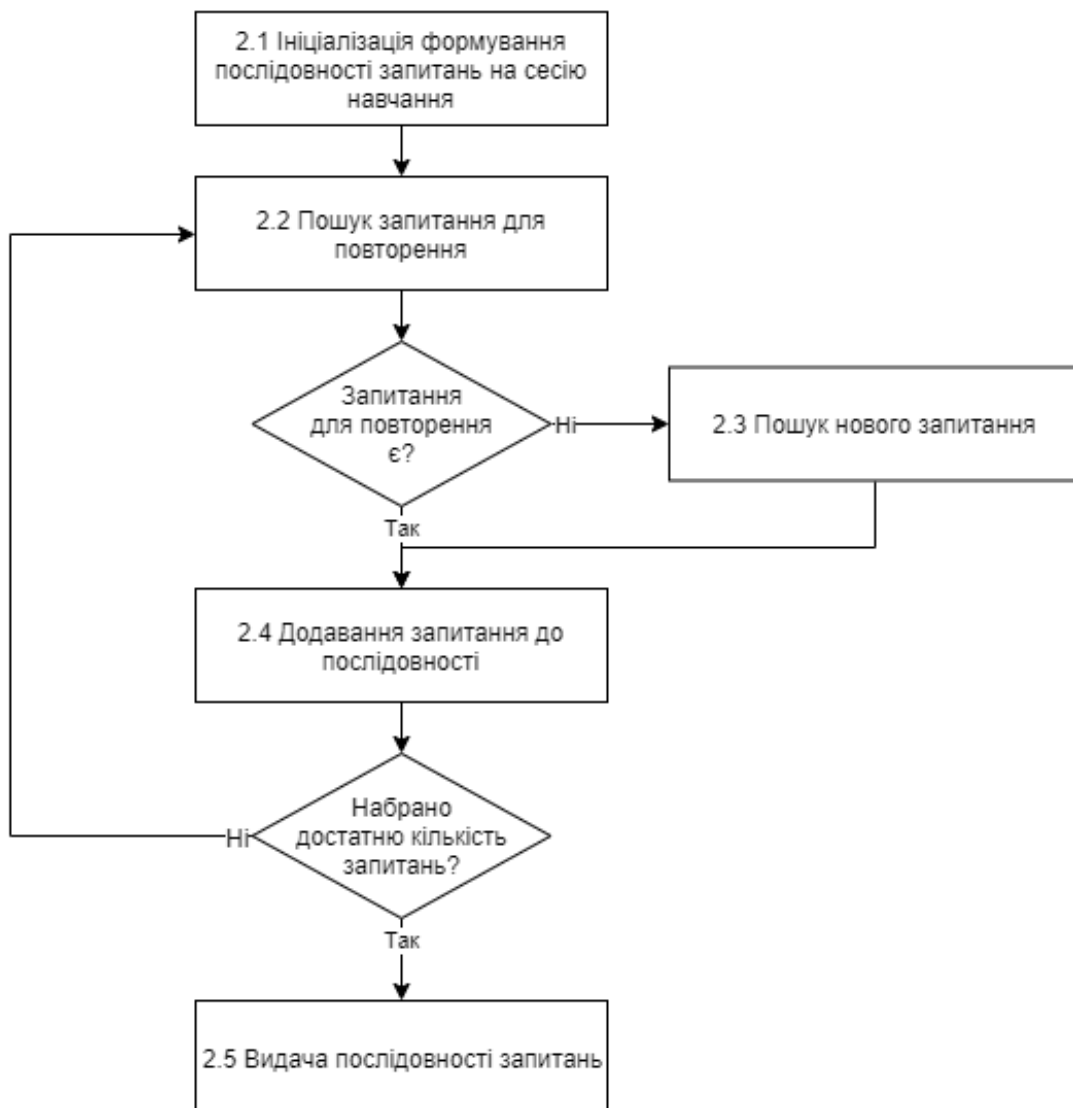


Рис. 3. Етап формування послідовності запитань на сесію навчання

За сучасного підходу використовуються методи оцінювання знань, що дозволяють підвищити об'єктивність перевірки та оцінки результатів навчання. З метою мінімізації матеріальних і часових ресурсів в навчальному процесі активно використовується адаптивний метод оцінювання знань. Цей метод характеризується поступовою адаптацією до рівня учня, що дозволяє адекватно оцінити його успіхи та усунути психологічні перепони та проблеми, які виникають під час навчання.

На рис. 4 представлено структурну схему адаптивного оцінювання знань, побудовану на основі моделі адаптивного контролю знань [22]. Вона

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

описує циклічний процес оцінювання знань учня шляхом надання йому низки завдань. Відповідь на попереднє завдання впливає на наступне – таким чином відбувається поступова адаптація до рівня знань студента.

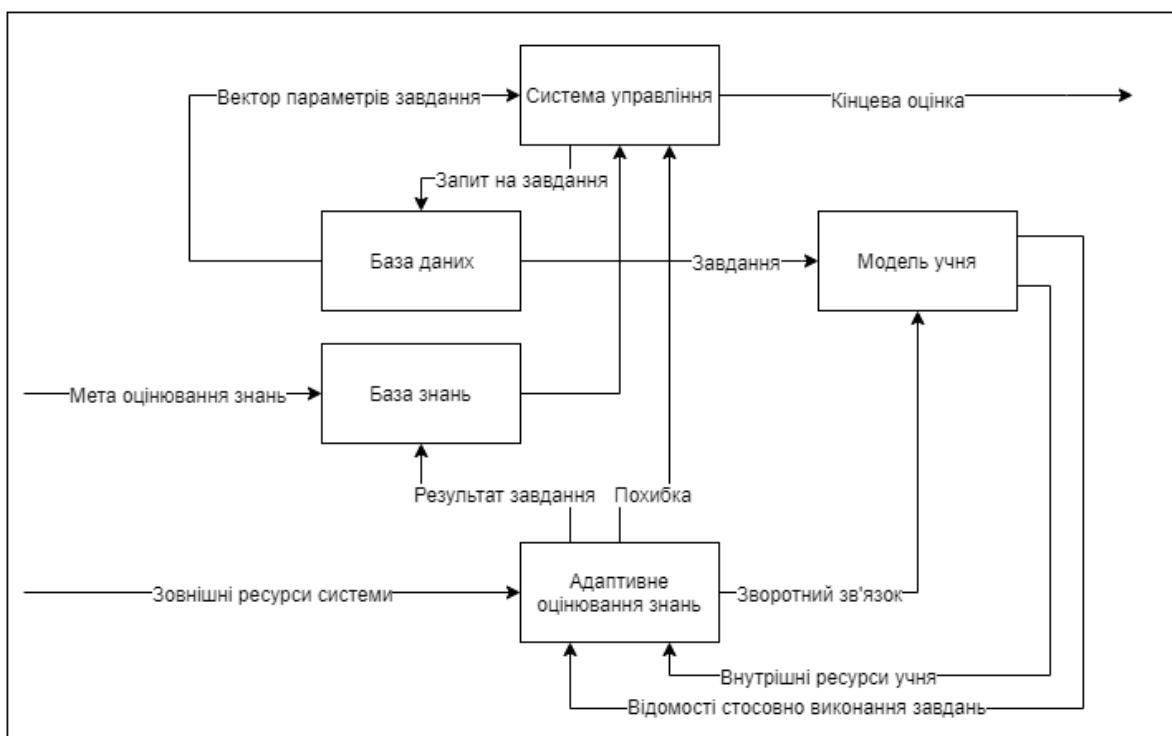


Рис. 4. Структурна схема адаптивного оцінювання знань

Механізм адаптивного оцінювання знань направлений на оптимальне використання ресурсів студента та системи оцінювання. Такий підхід характерний значною підготовкою до процесу тестування зі сторони викладача (підготовка банку запитань, визначення якості елементів, формування критеріїв оцінювання і т.д.), проте визначення рівня знань студента відбувається ефективніше. Варто зазначити, що від якості підготовки тестування значно залежить адекватність отриманих результатів.

Вибір наступного запитання за такого методу оцінювання базується на рівнях складності елементів банку тестування та здібностей студента. Рівень складності запитання можна трактувати так: наприклад, маємо елемент, рівень складності якого становить 3, кожен студент, який має рівень здібностей 3, має 50% на успішне опрацювання, а кожен, хто має вищий

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

рівень здібностей, настільки простіше впорається з ним, наскільки більший рівень здібностей має, і навпаки.

Траєкторію тестування за таким принципом зображено на рис. 5, де на осі абсцис знаходяться запитання тестування, а на осі ординат – рівень складності. Як бачимо, на рис. 5 зображено і планку рівня здібностей студента, найшвидше досягнувши яку, він починає коливатись навколо неї. Тобто студент досягає рівня складності запитань, з якими він має 50% на успіх. Ця планка і характеризує рівень здібностей студента.

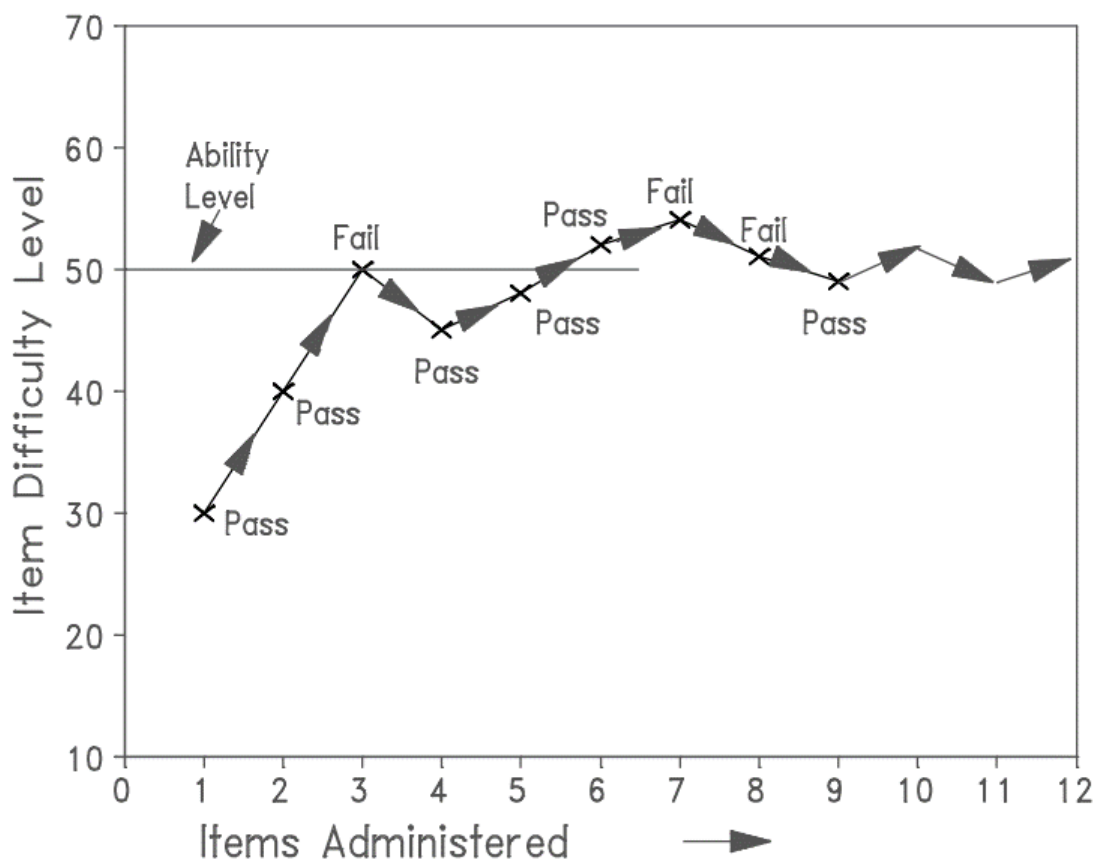


Рис. 5. Траєкторія тестування з використанням рівнів складності запитань

Такий підхід дозволяє студенту швидко досягнути запитань свого рівня і комфортно займатись ними, не отримуючи надто легких для нього, або занадто складних. Опіраючись на подібний механізм, можна реалізувати адаптивні моделі оцінювання знань.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

В основі моделей індивідуальної траєкторії та визначення результатів оцінювання лежить модифікований алгоритм комп'ютерного тестування, який базується на Simpler CAT Algorithm, автором якого є Wright, B.D. та складається з декількох етапів [23].

Етап 1. Ініціалізація процесу тестування. Задання змінних стосовно проходження тестування за формулою (1) та наступних допоміжних змінних за рішенням викладача:

достатній рівень складності для проходження тестування (T);

мінімальний рівень похибки оцінювання (S_{\min});

мінімальна (L_{\min}) та максимальна (L_{\max}) кількість запитань тестування.

$$D = L = H = R = W = 0, \quad (1)$$

де D – складність запитання;

L – загальна кількість виконаних запитань;

H – сумарна складність опрацьованих запитань;

R – кількість правильних відповідей;

W – кількість неправильних відповідей.

Етап 2. Підготовка та видача запитання студенту. Пошук запитання близького до поточної складності з урахуванням напрямку відповідно до правильності відповіді на попереднє запитання за формулами (2-3), оновлення поточної складності тестування за формулою (4) та видача запитання студенту.

$$\text{відповідь правильна: } D' \geq D, \quad (2)$$

$$\text{відповідь неправильна: } D' \leq D, \quad (3)$$

де D' – складність наступного запитання із банку запитань;

D – поточна складність запитання.

$$D = D', \quad (4)$$

де D – поточна складність запитання;

D' – складність отриманого запитання із банку запитань.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

Етап 3. Опрацювання відповіді студента на запитання тестування. Модифікація основних змінних щодо проходження тестування за формулами (5-6), а також якщо відповідь студента правильно, то за формулами (7-8), інакше (9-10).

$$H = H + D, \quad (5)$$

$$L = L + 1, \quad (6)$$

де H – сумарна складність опрацьованих запитань;
 D – рівень складності опрацьованого запитання;
 L – кількість опрацьованих запитань.

$$R = R + 1, \quad (7)$$

$$D = D + \frac{2}{L}, \quad (8)$$

де R – кількість правильних відповідей;
 D – поточний рівень складності;
 L – кількість опрацьованих запитань.

$$W = W + 1, \quad (9)$$

$$D = D - \frac{2}{L}, \quad (10)$$

де W – кількість неправильних відповідей;
 D – поточний рівень складності;
 L – кількість опрацьованих запитань.

Етап 4. Визначення оцінки досягнутого рівня складності запитань тестування та похибки оцінювання. Якщо усі відповіді є правильними, то використовуються формули (11-12), якщо всі відповіді є неправильними, то (13-14), інакше (15-16).

$$B = \frac{H}{L} + \ln\left(\frac{R}{0.5} - 1\right), \quad (11)$$

$$S = \sqrt{\frac{L}{0.5(R-0.5)}}, \quad (12)$$

де B – оцінка досягнутого рівня складності запитань тестування;
 H – сумарна складність опрацьованих запитань;
 L – кількість опрацьованих запитань;

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

R – кількість правильних відповідей;

S – похибка оцінювання.

$$B = \frac{H}{L} + \ln\left(\frac{0.5}{W-0.5}\right), \quad (13)$$

$$S = \sqrt{\frac{L}{0.5(W-0.5)}}, \quad (14)$$

де B – оцінка досягнутого рівня складності запитань тестування;

H – сумарна складність опрацьованих запитань;

L – кількість опрацьованих запитань;

W – кількість неправильних відповідей;

S – похибка оцінювання.

$$B = \frac{H}{L} + \ln\left(\frac{R}{W}\right), \quad (15)$$

$$S = \sqrt{\frac{L}{R \times W}}, \quad (16)$$

де B – оцінка досягнутого рівня складності запитань тестування;

H – сумарна складність опрацьованих запитань;

L – кількість опрацьованих запитань;

R – кількість правильних відповідей;

W – кількість неправильних відповідей;

S – похибка оцінювання.

Етап 5. Прийняття рішення стосовно завершення тестування. Цей етап відбувається за одним із наступних критеріїв:

якщо вичерпано банк запитань, перехід до етапу 6;

якщо виконано максимальну кількість запитань, перехід до етапу 6;

якщо задоволено мінімальну похибку оцінювання, перехід до етапу 6;

якщо, пройшовши мінімальну кількість запитань, усі відповіді є правильними або неправильними, перехід до етапу 6;

якщо пройдено мінімальну кількість запитань, може бути здійснено перехід до етапу 6 (рішення приймається студентом);

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

якщо студент демонструє нестандартну поведінку проходження тестування, то може бути здійснено перехід до етапу 6 (рішення приймається викладачем);

інакше перехід до етапу 2.

Етап 6. Формування та видача результатів проходження тестування. Визначення долі правильних відповідей за формулою (17), а також оцінки тестування – за формулою (18). Також відбувається формування вердикту відповідно за формулами (19-20): якщо задоволено нерівність (19), то тестування пройдено, якщо (20) – не пройдено, інакше маємо зону невизначеності.

$$C = \frac{R}{L}, \quad (17)$$

де C – доля правильних відповідей;
 R – кількість правильних відповідей;
 L – кількість опрацьованих запитань.

$$A = \frac{\sum C_i D_i}{\sum D_i} \quad (18)$$

де D_i – складність i -го пройденого запитання;
 C_i – коректність відповіді на i -е пройдене запитання, при правильній відповіді набуває значення 1, за неправильної – 0.

$$B - S > T, \quad (19)$$

$$B + S < T, \quad (20)$$

де B – оцінка досягнутого рівня складності запитань тестування;
 S – похибка оцінювання;
 T – достатній рівень складності для проходження тестування.

Процес оцінювання знань за допомогою моделі індивідуальної траєкторії направлений на визначення оптимального значення рівня засвоєння пройденого матеріалу студентом. Оптимальність полягає у раціональному використанні ресурсів студента та системи оцінювання. Як результат маємо рівень знань студента у термінах досягнутого рівня складності, похибку оцінювання, яка вказує на якість пройденого тестування, та статистику на-

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

вчальної активності студента, яка може бути використана для подальшого поліпшення як банку запитань, так і системи оцінювання знань.

Саме підвищенням якості банку запитань займається останній блок комплексу моделей оцінювання знань (*Блок 4*). До компонентів цього блоку належать методи оновлення рівнів складності та методи оцінки якості елементів банку запитань. До першого відносяться методи визначення рівнів складності елементів банку тестування, проте їх використання модифіковано для коригування рівнів складності після проходження достатньої кількості циклів оцінювання знань. Варто зазначити, що ці методи можуть бути як допоміжними для викладача для аналітичного аналізу, так і самостійними за умови автоматизації визначення рівні складності запитань.

Оцінка якості елементів банку запитань полягає у визначенні правильності складення елементів і виявленні аномалій. Правильним сформований елемент тестування можна вважати за його коректного та однозначного трактування студентами. До аномалій можуть належати різного роду помилку при складанні елементу тестування, які не дозволяють правильно відповісти на нього. Вчасне виявлення проблем банку запитань дозволяє зберігати достатній рівень адекватності процесу оцінювання знань та гарантувати успішне засвоєння знань студентами.

Отже, комплекс моделей оцінювання знань направлений на повне охоплення процесу набуття та оцінювання під час навчання: формування елементів знань, їх набуття, оцінювання рівня засвоєння пройденого матеріалу та поліпшення навчального процесу, використанням зворотних зв'язків. Усе це дозволяє підвищити рівень якості навчального процесу.

Комплекс моделей оцінювання знань було реалізовано як чат-бот у месенджері Telegram @HNEU_ZNO_math_bot, застосувавши мову програмування Python та базу даних SQLite. Чат-бот має два режими функціонування: навчання (за замовчуванням) та оцінювання знань.

Банк запитань було сформовано на основі набору завдань з підготовки до ЗНО з математики. Статистичні дані стосовно проходження тестування за цим банком запитань було взято з проведення конкурсу «ЗНО ма-

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

тематика: BOT Challenge» [24]. (близько 670 тис. проходжень від майже 7 тис. користувачів, серед яких значна більшість є школярами випускних класів).

Визначення рівнів складності проводилось за долею правильних відповідей першої спроби опрацювання запитання, тобто враховувались лише перші відповіді кожного користувача. Таким чином було сформовано їх рівні складності, використовуючи метод логіт-шкалювання зі зміщенням. Банк запитань має 500 елементів та, рівні складності розподілені від 2,65 до 7,71 за шкалою від 0 до 10. Більшість рівнів складності лежать у межах від 3.11 до 5.87, тому можна вважати, що банк запитань наповнений елементами середньої складності. На рис. 6 зображено гістограму розподілу рівнів складності.

Апробацію було почато 28 листопада 2019 року о 18:43 та закінчено 3 грудня 2019 року о 22:39. Загалом 318 користувачів узяли участь у роботі бота та пройшли 3210 завдань. У процесі навчання взяли участь 179 користувачів та пройшли 1463 завдання, з яких 1149 успішно освоєно на кінець апробації. Середня кількість пройдених завдань користувачем становить 8,17, а успішно освоєно – 6,42. Здебільшого освоєно від 0 до 14 завдань. Декілька користувачів мають показники понад 50 елементів навчання.

На рис. 7 зображено розподіл середньої кількості проходжень студентами одного запитання до його засвоєння на поточний момент часу. Більшість студентів у середньому опрацьовували запитання за інтервал від 1,19 до 1,8 разів. Наприклад, середня кількість проходжень для одного з активних користувачів склала 1,48. Чим нижче цей показник, тим ефективніше за витратами часу відбувається процес навчання, проте варто зазначити, що він має тенденцію до зростання, поки користувач не засвоїть елемент на достатньому рівні.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

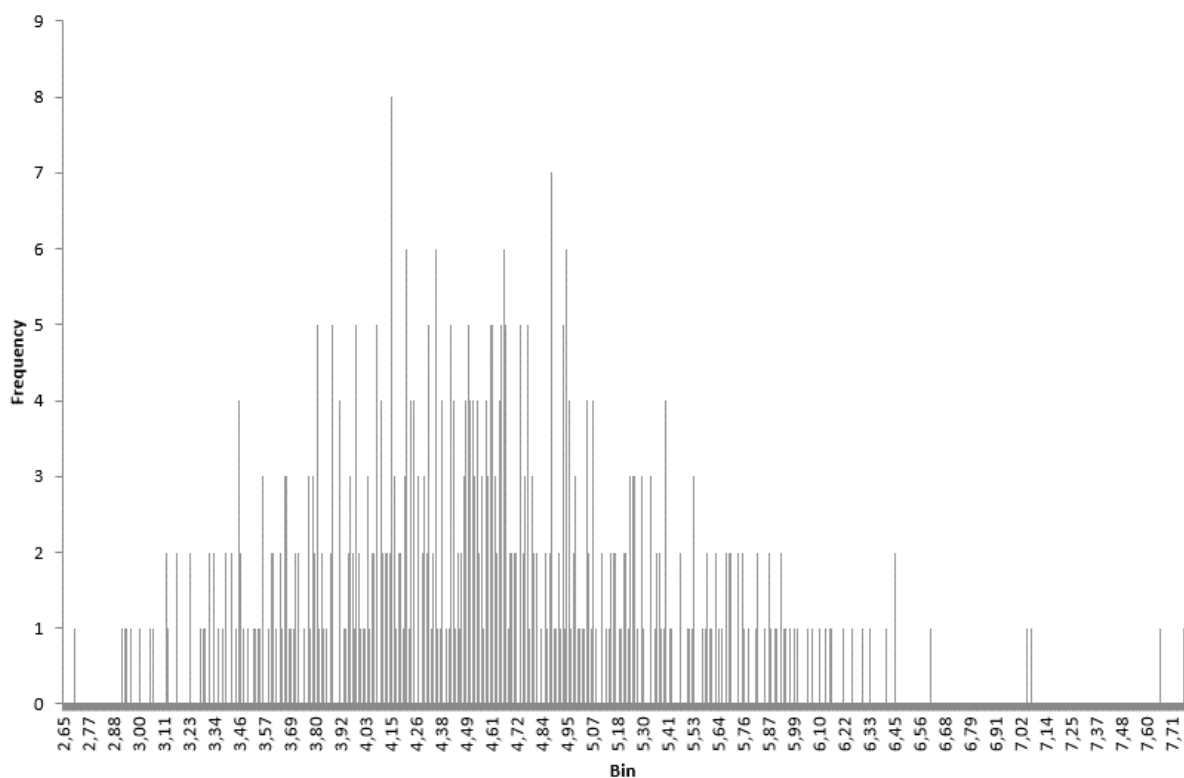


Рис. 6. Гістограма розподілу рівнів складності банку запитань

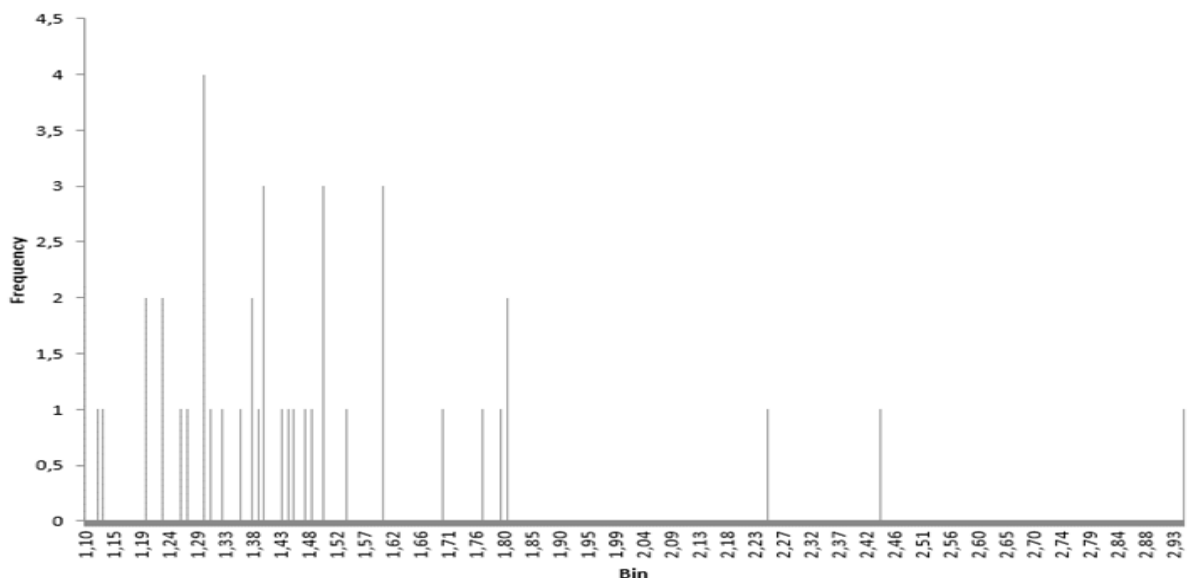


Рис. 7. Розподіл середньої кількості проходжень запитань студентами

Режимом оцінювання знань скористались 35 користувачів, завершивши 46 сеансів оцінювання. Наступні статистичні показники було пороховано для завершених оцінювань, які тривали від 2 хвилин до години, аби

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

відсіяти неадекватні проходження тестування. Кількість пройдених тестувань 23, середня довжина тестування становить 12,65 питань, а тривалість – 20 хвилин 47 секунд. Середня доля правильних відповідей становить 0,54, середній досягнутий рівень складності становить 4,71, а помилка оцінювання – 0,59. Середня оцінка за тестування становить 0,5 з 1.

Таким чином, запропонований комплекс моделей оцінювання знань надає повноцінне дистанційне навчальне середовище, де студент може як навчатись, так і оцінити рівень своїх знань. Апробація підтвердила ефективність процесу навчання, демонструючи малу долю витрат користувача на повторення елементів, тобто більше зусиль було приділено набуттю нових знань.

Середній рівень результатів оцінювання знань пов'язаний із браком мотивації користувачів та нестачею часу для достатнього рівня освоєння банку запитань. Подальше навчання за методом інтервального повторення дозволить поліпшити рівень знань користувача, а мотивацією цього процесу можуть стати майбутні конкурси на базі чат-боту для підготовки до ЗНО з математики та інших навчальних дисциплін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України про освіту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
2. Положення про дистанційне навчання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13>.
3. Ellis, Ryann K. (2009), Field Guide to Learning Management, ASTD Learning Circuits.
4. Long, Phillip D. (2004). Encyclopedia of Distributed Learning. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc. pp. 291–293. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sk.sagepub.com/reference/distributedlearning/n99.xml>.
5. Teacher workload: using ICT to release time to teach. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0013191042000308341?journalCode=cedr20>.
6. Бабанский Ю. К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе / Ю. К. Бабанский. — М. : Просвещение, 1985. — 208 с.
7. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. — М. : Педагогика, 1989. — 190 с.
8. Данилов Д. А. Педагогические технологии [Електронний ресурс] / Д. А. Данилов, Ф. Д. Товарищева, А. М. Николаев. — Режим доступу : <http://www.y-su.ru/institut/>

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

pedinst/tecnology/ files/obychenye.html.

9. Пономаренко В.С., Клебанова Т.С., Яценко Р.Н. Адаптивная система дистанционного обучения // БИЗНЕС ИНФОРМ. – 2010. – №4(2), с.174-178.
10. Методичні вказівки до вивчення курсу «Робота викладача в WEB-орієнтованій системі підтримки навчального процесу Moodle» / [Гавриленко В. В., Попенко В. Д., Сокульський О. Є., Шумейко О. А.] — К. : НТУ, 2012. — 49 с.
11. Методичні рекомендації зі створення тестових завдань та тестів у системі управління навчальними матеріалами MOODLE 2.5.x / [Сергієнко В. П., Франчук В. М., Кухар Л. О., Галицький О. В., Микитенко П. В.] — К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2014. – 100 с.
12. Степанов В. П. Методическое руководство для преподавателя СДО «Moodle» : методические рекомендации / В. П. Степанов, Е. В. Пономаренко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Х. : ИД «Инжек», 2012. — 168 с.
13. Методичні рекомендації щодо освоєння та використання системи дистанційного навчання Moodle ХНЕУ для студентів усіх галузей знань заочної форми навчання / укл. С. Г. Шило. — Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. — 68 с.
14. П.І. Федорук, Адаптивні тести: Загальні положення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.immsp.kiev.ua/publications/articles/2008/2008_1/Fedoruk_01_2008.pdf.
15. Л.В. Зайцева, Н.О. Прокоф'єва, Модели и методы адаптивного контроля знаний. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v7_i4/html/1.html.
16. К.С. Навроцька, Д.Х. Штофель, С.В. Костішин, В.І. Макогон, Адаптивний алгоритм тестування для оцінювання когнітивних функцій людини. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/32307/1/vestnik_KhPI_2017_21_Navrotska_Adaptyvnyi.pdf.
17. General principles of spaced repetition. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/General_principles_of_spaced_repetition.
18. Spaced repetition. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/Spaced_repetition.
19. Optimum interval. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/Optimum_interval.
20. Forgetting index in SuperMemo. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/Forgetting_index_in_SuperMemo.
21. SuperMemo Algorithm. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supermemo.guru/wiki/SuperMemo_Algorithm.
22. Белоус Н.В., Куцевич І.В. Модель адаптивного контролю знань // науковий журнал Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2010 №1, с. 39.
23. Wright, B.D. (1988) Practical adaptive testing. Rasch Measurement Transactions 2(2): 21.
24. Умови конкурсу «ЗНО математика: BOT Challenge». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://telegra.ph/Umovi-konkursu-ZNO-matematika-BOT-Challenge-03-19>.