

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІНДИВІДУАЛІЗОВАНОГО КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО НАВЧАННЯ

УДК 004:383.4:371.69

**СОКОЛОВ Андрій Євгенович**

к.т.н., доцент кафедри Інформаційних технологій  
Херсонського національного технічного університету.

**Наукові інтереси:** комп'ютеризовані системи навчання, інформаційні технології.

### ВСТУП

Найважливіший напрям діяльності будь-якої держави – це освіта. Інформаційні технології активно впроваджуються сьогодні в усі сфери діяльності людини і впливають на хід розвитку суспільства, пред'являють нові вимоги до системи освіти взагалі і до управління освітніми проектами зокрема.

Аналіз літературних джерел [1] щодо застосування засобів комп'ютеризованого навчання (КН) показує, що очікуваного істотного підвищення інтенсивності і якості навчання при комп'ютеризованому навчанні не відбулося. Це пов'язано з низкою причин, але головною є недостатній рівень розробки наукової теорії і методології створення інформаційних технологій навчання, що не дозволяє створюваним комп'ютеризованим засобам навчання істотно підвищити інтенсивність і якість навчання.

Моделювання КН ґрунтується, перш за все, на: теорії управління складними системами з урахуванням наявності в них людини-користувача ПК, великий внесок до розвитку якої внесли вітчизняні і закордонні вчені: Глушков В.М., Ємельянов С.В., Бурков В.М., Новіков В.А., Скурихін В.І. та ін.; здобутках теорії програмованого навчання, якої було присвячено роботи Ростунова Т.І., Річмонда У.К., Машбіца Є.І., Гребеня І.І., Довгялла О.М.; результатах побудови адаптивних навчальних систем, яким було присвячено роботи Аванесова В.С., Р. Аткинсона, Згуровського М.З., Атанова Г., Меняйленка О.С., Кухаренка В.М. та ін.

Ще на початку 60-х років розвиток програмовано-

го навчання пішов шляхом створення адаптивних навчальних програм, що забезпечують можливість змінювати способи викладення навчального матеріалу у напрямі збереження показника якості за умови зміни зовнішніх і внутрішніх умов навчання. Адаптивну навчальну програму можна представити як таку, що складається з декількох лінійних або розгалужених програм, які відрізняються способом викладення одного і того самого змісту. Ефективність роботи такої програми досягається за рахунок того, що на підставі оброблення послідовності відповідей учня оптимізують процес навчання за заданим показником якості.

Таким чином забезпечується більш високий ступінь індивідуалізації навчання порівняно як з традиційними формами групового навчання, так і із звичайними формами програмованого навчання. Такі системи дозволяють більш повно використовувати здібності кожного учня і відкривають можливості для скорочення термінів навчання і підвищення його якості. При навчанні за допомогою адаптивної навчальної програми вдається скоротити час навчання в порівнянні з навчанням за звичайною розгалуженою програмою в середньому на 30%, забезпечивши при цьому потрібний рівень виконання контрольних робіт. Третій чинник ефективності програмованого навчання – особливості реалізації навчальної програми.

У 70-х роках з'явилися продукуючі автоматизовані навчальні системи, що використовують моделі навчання на базі когнітивної психології. Саме тоді почали використовуватися методи представлення знань, розроблені в

області штучного інтелекту. Але якщо для подання знань про предметну область вже існували відповідні засоби, то для вирішення двох основних завдань : управління процесом навчання і контролю знань (тестування результатів) – були потрібні більш складні методи і засоби, розробці яких були присвячені дослідження в 80-90-х роках. Дослідження проводилися в області інженерії знань, інтелектуалізації навчальних систем, що, в першу чергу, було пов'язано з експертними системами. Це привело до інтелектуальних технологій формування моделей предметної області навчання, стратегій навчання і оцінки знань на основі моделей учня.

У вітчизняній науці вже у кінці 80-х – початку 90-х років був проголошений підхід до створення навчальних систем, в яких процес навчання залежить від властивостей учня. Великий внесок у розвиток теорії внесли такі учені як А.Я. Савельєв, А.М. Довгялло. Навчальні системи пропонувалося розбити на два класи: активні і пасивні. У пасивних системах роль учня зводилася до простого спостереження інформації, відповідям на контрольні питання і основний упор робився на інформаційну складову курсу.

Такий підхід часто називають американським, оскільки він знайшов широке застосування в США. У Європі ширше застосування знайшов підхід побудови активних систем, які враховують принцип зворотного зв'язку у процесі навчання, коли якість засвоєння попереднього матеріалу враховується при подачі подальшого. Система ANALYZER, що є складовою частиною системи комп'ютерної грамотності СЕЗАМ, була призначена для проведення контролю знань з мов програмування і використовувала знання експерта, а система ОККАМ – для контролю проміжних перетворень при рішенні завдань дискретної математики.

Такі системи аналізували помилки і видавали рекомендації з повторення певних частин курсу. Але сам процес навчання не складав в цьому випадку безперервний процес. І такі системи могли бути використані тільки для самоконтролю. Вони були вузько орієнтовані на контроль знань з мов програмування.

Початок 21-го століття характеризується тим, що технічні засоби, на яких створюються сучасні навчальні системи, є засобами нового покоління, коли змінилася загальна парадигма конструювання і використання засобів обчислювальної техніки, яка означає перехід до

технічної і програмної бази мультимедіа і гіпермедіа, де в одному середовищі стали природно застосовуватися тексти, графіка, звук і відео. Це привело до істотної переоцінки методів розробки навчальних систем і засобів їх створення.

Наступною концепцією є концепція віртуальних світів або віртуальної дійсності, у рамках якої з'являється можливість моделювання явищ як фізичного, так і ментального світу тих, що навчаються.

Але і на новому витку життєвого циклу автоматизованих систем навчання, які сьогодні дістали сучаснішу назву комп'ютеризованих, як і раніше є актуальною одне з сформульованих вище основних завдань – управління процесом навчання.

Сьогодні у всьому світі панує підхід до освіти, у якому головним чинником є самоосвіта і самонавчання на основі комп'ютеризованих засобів. Але при цьому виникає протиріччя між усе більш зростаючими обсягами доступного інформаційного забезпечення процесу навчання (контенту) і можливостями студента самостійно, без допомоги викладача опанувати цю інформацію, перетворити її в знання.

### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Задля подолання вище сформульованого протиріччя у системах дистанційного навчання і, особливо, при самостійному комп'ютеризованому навчанні, необхідно вирішити низку проблем: по-перше, якісно поліпшити склад, структуру і подання контенту, а по-друге, управляти процесом навчання, тобто здійснювати керівні і стимулюючі дії у момент роботи з контентом у напрямі підвищення поточного рівня знань і мотивації до навчання з урахуванням індивідуальних особливостей того, хто навчається. Для цього потрібний комплекс взаємозв'язаних моделей складових процесу КН, модель динаміки навчання, а також необхідно оцінювати інформативність цього процесу.

**Метою даної статті** є описання певних моделей, застосованих для моделювання процесу навчання окремої особи за допомогою комп'ютерних засобів.

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Введемо означення системи навчання, яка будується за допомогою даних моделей.

Індивідуалізована комп'ютеризована система на-

вчання (ІКСН) – це система здійснення процесу навчання окремою особою, що навчається, у вигляді цілеспрямованого інтерактивної синхронної взаємодії комп'ютеризованої системи і того, що навчається, між собою з конкретної дисципліни, організованої за допомогою комп'ютерних засобів навчання.

При цьому під цілеспрямованою взаємодією розуміється організація процесу навчання і різні види стимулювання активної навчально-пізнавальної самостійної діяльності того, що навчається, з метою опанування ним науковими і прикладними знаннями, навичками і уміннями, необхідними з дисципліни. В якості одного з прикладів систем, в яких можна інтенсивно використовувати ІКСН, слід назвати системи дистанційного навчання (СДО).

Навчання, за визначенням, припускає взаємодію викладача і студента. Саме викладач, виступаючи інтерпретатором знань, вносить в процес навчання емоційне забарвлення, реалізує зворотний зв'язок і, при необхідності, може провести коригування процесу навчання студента.

На зорі використання комп'ютеризованих систем навчання (КСН) у багатьох залучених в цей процес учасників спостерігалось помилкове розуміння деяких аспектів процесу навчання, зокрема, здавалося, що вживані в КСН технології в змозі виключити викладача-людину з процесу навчання.

Першопричиною багато в чому є незрозуміння дійсної складності процесу навчання, помножене на реальну складність ІТ. При цьому слід зазначити і ефект оманливої простоти і прозорості сучасних Internet-додатків і засобів розробки додатків. Слідством є невірне визначення цілей і завдань при впровадженні вживаних в КСН технологій і тому подібне

Дослідження вітчизняних і зарубіжних фахівців показують, що процес навчання принципово складніше за процес передачі конкретного об'єму освітньої інформації, а особа Учителя грає далеко не останню роль в основі будь-якого навчання. Сучасні ІТ відкривають студентам доступ до нетрадиційних джерел інформації, підвищують ефективність самостійної роботи, дозволяють реалізовувати принципово нові форми і методи навчання із застосуванням засобів концептуального і математичного моделювання явищ і процесів. Використання ІТ дає можливість значно посилити мотивацію

до навчання.

Згідно з виконаною у [2] формалізацією складових процесу комп'ютеризованого навчання функції управління процесом (завдання вчителя) зводяться до завдання оптимального управління. На основі аналізу функцій учителя сформульовано багатовимірну динамічну модель процесу навчання [3] і з використанням цієї моделі сформульовано завдання оптимального навчання як оптимізаційне завдання управління динамічною системою при обмеженнях у вигляді моделі динаміки об'єкту:

$$U^*, H^* \rightarrow \text{opt}J; \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{\mathbf{H}}(t) &= A(t)\mathbf{H}(t) + B(t)\mathbf{U}(t) + G(t)\mathbf{Q}(t); \\ \mathbf{U}(t) &= K_1\{\mathbf{H}_\varepsilon(t)\} + K_2\{\mathbf{H}_\varepsilon(t)\} + K_3\{\mathbf{H}_\varepsilon(t)\} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$U^* \in U,$$

де  $A(t)$  – матриця лінеаризованої моделі об'єкту;

$B(t)$  – матриця управління;

$G(t)$  – матриця збурень;

$K1\{\}$  – оператор формування компоненти управління, яка визначається на основі аналізу попереднього процесу навчання;

$K2\{\}$  – оператор формування компоненти управління, яка визначається на основі аналізу поточного результату навчання;

$K3\{\}$  – оператор формування компоненти управління, яка визначається на основі прогнозу результатів процесу навчання для заданої моделі об'єкту;

$Q(t)$  – вектор зовнішніх збурень.

Для об'єкту навчання, динаміка якого описується в просторі станів рівняннями:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= A\mathbf{x} + B\mathbf{u}; \\ \mathbf{y} &= C\mathbf{x}; \end{aligned} \quad (3)$$

формуємо модель, зберігаючи порядок і структуру:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}}_m &= A_m\mathbf{x}_m + B_m\mathbf{u}_m; \\ \mathbf{y}_m &= C_m\mathbf{x}_m. \end{aligned} \quad (4)$$

Оскільки управління, оператор управління і вихід спостерігаються, припускаємо  $B=B_m, C=C_m$  і  $U=U_m$ .

У такому разі динаміка спостерігача відносно помилки стеження описується співвідношенням:

$$\dot{\varepsilon} = \dot{\mathbf{x}}_m - \dot{\mathbf{x}} = A_m\mathbf{x}_m + B_m\mathbf{u}_m + KC(\mathbf{x}_m - \mathbf{x}) - A\mathbf{x} - B\mathbf{u} \quad (5)$$

Позначимо через  $\Delta A$  матрицю помилки оцінки матриці об'єкту, що виникла при визначенні моделі, визначимо матрицю об'єкту через матрицю моделі і матрицю помилки :

$$\Delta A + A_m = A$$

Використовуючи вираження (5), отримуємо опис динаміки асимптотичного спостерігача у вигляді:

$$\dot{\boldsymbol{\varepsilon}} = (A_m + KC)\boldsymbol{\varepsilon} - \Delta A\mathbf{x} \quad (6)$$

Позначивши матрицю  $A_m + KC$  через  $A^*$  та враховуючи, що матриця  $A$  гурвицева, отримуємо рівняння динаміки спостерігача у вигляді:

$$\dot{\boldsymbol{\varepsilon}} = A^*\boldsymbol{\varepsilon} - \Delta A\mathbf{x}$$

Оскільки змінна стану і помилка вимірювані, можна знайти помилку  $\Delta A$  як рішення матричного рівняння

$$\Delta A\{x_i\} = \{A^* \varepsilon_i\} - \{\dot{\varepsilon}_i\}: \quad i = 1 \dots n$$

Ввівши матрицю Якобі  $J = d\varepsilon/dx$  і оцінюючи середньо відхилення на траєкторії отримуємо

$$\Delta \bar{A} = \Delta \bar{J} - A^* \bar{J}$$

Отриманий вираз визначає згладжену оцінку помилки моделі і дозволяє з мінімальними витратами здійснювати оптимальне відновлення вектору стану об'єкту при неповному знанні матриці об'єкту або при нестационарній матриці об'єкту, що дозволяє здійснити оптимальну адаптацію скануючої системи до структури об'єкту. На рис. 1 приведено структурну схему системи ідентифікації моделі об'єкту навчання.

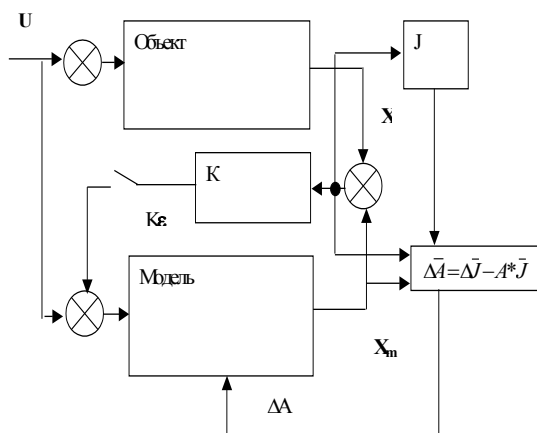


Рисунок 1 – Структурна схема системи ідентифікації моделі

ІКСН – це комп'ютеризована система навчання, в якій індивідуальні особливості об'єкту грають вирішальну роль (за умов наявності якісного контенту). Суб'єкт-той, хто навчає, в ІКСН формує загальну стратегію і тактику навчання на кожному кроці. Той, хто навчається (учень), теж впливає на тактику навчання. Таким чином, в ІКСН є присутнім дуальний активний суб'єкт навчання, що дозволяє розглядати її з точки зору теорії активних систем і застосувати для її дослідження теорію суб'єктивного аналізу [5].

Суб'єкт ІКСН знаходиться в певній проблемно-ресурсній ситуації (ПРС) на кожному кроці навчання. Зміна ПРС визначається як ситуаційна динаміка, задати яку - означає задати перетворення - морфізм, який у залежності від прийнятої моделі опису може задаватися як детерміноване, імовірнісне або нечітке відношення.

При цьому на кожному кроці навчання треба вирішувати багатокритерійну задачу, де перший критерій – це критерій підвищення інтенсивності навчання, а другий – підвищення якості КН.

Для індивідуалізації навчання в ІКСН введено модель того, що навчається, де виділені не лише рівень поточних знань, але і індивідуальні інтелектуальні, психологічні особливості і емоційний стан того, хто навчається [2].

Для управління процесом навчання пропонується комбінована система управління[4], структурну схему якої подано на рис. 2, де

$$p_1(t), p_2(t), \dots, p_n(t) \text{ – чисельні значення параметрів (характеристик) того, хто навчається;}$$

ПВПО – підсистема виміру параметрів (чисельних значень характеристик) того, хто навчається;

ПКЗ – підсистема контролю отриманих за такт навчання знань;

ПАПО – підсистема аналізу параметрів (характеристик) того, хто навчається;

ПАРКЗ – підсистема аналізу результатів контролю знань;

ПФКД – підсистема формування керівних дій.

Моніторинг стану того, хто навчається, постійно здійснюється упродовж роботи з системою. Структура розробленої комбінованої системи інваріантна за відношенням до об'єкту навчання і до збурень зовнішньо-

го середовища. Підсистема аналізу параметрів того, хто навчається, проводить обробку отриманих даних, а підсистема формування керівних дій, використовує результати її роботи і результати роботи підсистеми аналізу результатів контролю знань для формування

тактичних керівних дій (а саме зміну елементів інтерфейсу, колірної гамми інтерфейсу, розміру порцій навчальної інформації) на основі моделі об'єкту навчання, тобто із використанням особливостей того, хто навчається.

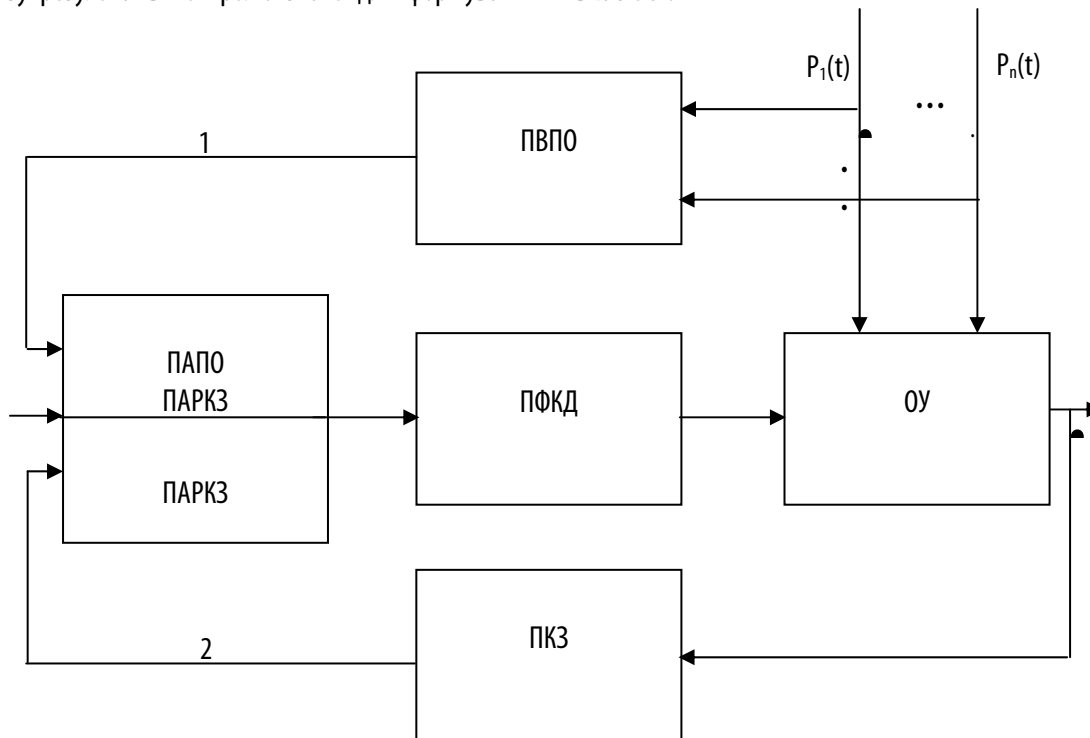


Рисунок 2 – Структурна схема комбінованої системи управління процесом навчання

Таким чином, комбінована система управління враховує не лише результати попереднього кроку навчання, але і індивідуальні постійні характеристики того, хто навчається, і характеристики, які змінюються, що дозволяє виконувати два завдання: за поточними результатами моніторингу визначати властивості і стан об'єкту і за цими даними за допомогою моделі того, хто навчається, визначати керівні дії, спрямовані на підвищення інтенсивності і якості навчання.

### ВИСНОВКИ

Згідно з формалізацією складових процесу комп'ютеризованого навчання функції управління цим процесом зводяться до завдання оптимального управління. На основі аналізу функцій учителя сформульовано багатовимірну динамічну модель процесу навчання, і з використанням цієї моделі сформульовано завдання оптимального навчання як оптимізаційне за-

вдання управління динамічною системою при обмеженнях у вигляді моделі динаміки об'єкту. На основі запропонованих моделей завдання управління динамікою процесу навчання об'єкту можна вирішувати, виходячи з витрат його індивідуальних ресурсів. Для управління процесом навчання запропоновано комбіновану систему управління, наведено її структурну схему. Тому навчання розглядається у межах комп'ютеризованої системи навчання, в якій індивідуальні особливості об'єкту грають вирішальну роль за умов наявності якісного контенту, тобто у межах ІКСН (індивідуалізованої комп'ютеризованої системи навчання). Суб'єкт навчання - той, хто навчає, в ІКСН формує загальну стратегію і тактику навчання на кожному кроці. Той, хто навчається (учень), теж впливає на тактику навчання. Таким чином, в ІКСН є присутнім дуальний активний суб'єкт навчання, що дозволяє розглядати її з точки зору теорії активних систем [5] і застосувати для її дослідження теорію проблемно-ресурсного аналізу.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Бабанский К.Ю. Оптимизация процесса обучения /К.Ю. Бабанский. – М.: Наука 1977. – 187 с.
2. Соколов А.Е. Формализация составляющих процесса обучения /А.Е. Соколов, Е.О. Махова //Вестник Херсонского национального технического университета. – 2009. – №1 (34). – С.508-512.
3. Соколов А.Е. Динамическая модель процесса самообучения в компьютеризированной среде /А.Е. Соколов, О.В. Соколова //Проблеми інформаційних технологій. – 2011. – №01 (009). – С.84-88.
4. Соколов А.Є. Комбінована модель управління процесом комп'ютеризованого навчання /А.Е. Соколов //Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2010. – №1 (52). – С.157-160.
5. Касьянов В.О. Суб'єктивний аналіз: монографія. /В.О. Касьянов – К.: НАУ, 2007. – 512 с.