

## ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ МЕТОДИ І СХЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ НАВЧАННЯ З ПОГЛЯДУ КЕРУВАННЯ СИСТЕМАМИ

*У статті запропонована узагальнена схема, модель і алгоритм навчання, які дозволяють забезпечувати навчання учня, виходячи з можливостей і властивостей конкретного учня та його початкових знань. Навчання розглядається як інформаційний процес у системі керування передаванням знань, з урахуванням психолого-педагогічних методів. Показано, що ключовими факторами, які найбільш впливають на результати навчання, є модель учня і база знань, що визначає методи навчання.*

**Ключові слова:** навчання, учень, тьютор, модель учня, база знань, структура навчання, схема керування.

**Актуальність і постановка завдання дослідження.** Розглянемо навчання як інформаційний процес у системі керування передаванням знань. Носієм знань може виступати людина або інтелектуальна система. На відміну від інформаційних систем, учень, який використовує машинний тьютор, є об'єктом керування. Точніше, система навчання включає учня з його системою знань і здібностями отримання їх, з одного боку, і тьютора з його інструментарієм – з іншого. Суб'єктом керування в системі навчання традиційно виступає викладач. На іншому полюсі спектра форм освіти (мається на увазі свобода вибору навчаючих послідовностей) знаходиться дистанційна та заочна освіта. У цьому випадку вибір навчальних епізодів обмежений набором сценаріїв навчання, за яким він у подальшому навчається. Після визначення сценарію керуюча програма дистанційної системи освіти організує доступ до бібліотеки навчальних курсів. Викладання кожного предмета має внутрішню логіку передачі знань, закладену автором – фахівцем з даної форми освіти й даної предметної області. Обмежимося розглядом регламентованих систем освіти, зокрема освіти під керуванням викладача (тьютора, учителя), з природним або машинним інтелектом.

**Огляд літератури.** Регламентовані системи освіти створюються так, щоб вони забезпечували досягнення заданих цілей навчання. Системи управління, що включають керуючий орган, здійснюють:

- визначення мети;
- підтримку системи на траєкторії цієї мети.

У загальному випадку метою навчання є переведення системи знань учня в заданий стан [1].

Педагоги й психологи не зводять навчальні цілі до освітніх. Відома таксономія навчальних цілей Блума, основою якої є розподіл на когнітивні та афективні. Є також поведінкові теорії навчальних цілей, де вони розуміються як «зрушення» в діяльності учня (в мисленні, пам'яті, сприйнятті). У 1970 – 1990 рр. запропоновано ряд когнітивних описів навчальних цілей. При такому підході конкретизується не поведінка, яка приводить до успішного виконання тестів досягнення, а психічні процеси й структури, що приводять до виникнення відповідної поведінки. Когнітивний опис спирається на такі категорії як інтелектуальні вміння, когнітивні стратегії, вербальні знання, моторні навички, відносини.

**Аналіз попередніх досліджень.** Розглянемо, які можливості своєї особистості індивід може використовувати в навчальній діяльності.

1. Початковий і поточний рівень знань у даній предметній області навчання — знання беруть участь у навчанні не тільки як засіб, а й як когнітивна мета (за Блумом, наприклад, це основна мета навчання).

2. Когнітивні здібності як засіб для формування й використання когнітивних стратегій учнем у процесі навчання.

3. Когнітивний стиль учня як його індивідуальна стратегія пізнання — індивідуальні особливості учнів мають на процес навчання більший вплив, ніж метод.

4. Особисті наміри, вподобання, мотиви, тенденції учня, які називають *мотивацією*.

5. На особисті можливості індивіда впливає стан учня. Цей стан відображає психоемоційні характеристики.

6. Викладач у традиційній системі навчання, а в персоналізованій формі — тьютор, повинен здійснювати вплив на учня, а саме, на його засоби й здібності навчатися. Зазначимо, що ці впливи стосуються тільки засобів змінних у часі. До таких засобів згідно з психологією й педагогікою належать:

- вибір темпу подачі матеріалу;
- варіювання складністю навчального матеріалу;
- корегування емоційного стану учня;
- мотивування учнів.

**Ціль дослідження** — виявлення і систематизація психолого-педагогічних методів і засобів керування навчанням, системне узагальнення схем керування.

**Виклад основного матеріалу.**

**Методи керування навчанням.** Методи керування вивченням визначаються явно або неявно заданою метою, що описує вимоги до знань і вмінь учня, які він повинен придбати в результаті роботи з програмою. Явно задана мета навчання, як правило, являє собою логічну умову, виражену в термінах моделі учня і описуючу безліч заключних станів знань і вмінь учня. Окрім того, є передбачуваний або, в результаті попереднього контролю, сконструйований початковий стан моделі учня. В наявності є набір навчальних методів, що керують пізнавальною діяльністю учня й модифікують його поточну модель.

Керування навчанням являє собою динамічний процес, спрямований на досягнення мети навчання, виходячи з поточного стану знань і вмінь учня. Для досягнення мети будується план навчання, реалізований як сценарій, що складається з окремих кроків. Кожен крок являє собою елементарний навчальний вплив або стимул і реакцію учня (натискання клавіші, вербальну форму відповіді на питання, тощо). Наявний навчальний матеріал, а також час навчання є обмеженням на можливі плани. Якщо під час реалізації сценарію виникає ситуація, коли виконання чергового кроку плану неможливе або недоцільне, то потрібна модифікація даного або генерація нового плану.

Підходи до керування навчанням відрізняються тим, наскільки явно в них подано мету навчання, план навчання, а також, чи припускають вони динамічну генерацію планів або складання їх заздалегідь. Схему класифікації методів керування навчанням зображено на рис. 1.



Рис. 1. Класифікація методів керування навчанням

Розрізняють методи, засновані на сценарії навчання (явно або неявно заданому) і які не використовують дане поняття. До останніх належать, так звані, реактивні методи й методи, засновані на агенда-механізмі.

Реактивні системи, аналізуючи відповіді учня і/або поточний стан моделі учня, знаходять зручні моменти для видачі навчальної інформації, але не планують послідовність навчальних впливів. Даний підхід застосовується при створенні супровідних систем, прикладами яких можуть бути системи BETS і FLEX, а також система WEST [1,2]. При побудові реактивних систем виділяють кінцеву множину «помилкових» ситуацій і кожну з них зіставляють з навчальною інформацією, необхідною для роз'яснення та виправлення помилки. Керування реалізується одним циклом, причому умова виходу з циклу не залежить від стану моделі учня, а визначається станом роботи користувача в базовій системі обробки інформації. Після виконання користувачем деяких дій у базовій системі, його робота оцінюється і, якщо оцінка відповідає моделі учня, знову виводиться відповідна навчальна інформація. Система лише *реагує* на дії користувача, а *не керує* його пізнавальною діяльністю.

Агенда-механізм являє собою метод керування діями або задачами, заснований на динамічному впорядкованому списку задач (агенди). Задача тут розуміється широко - як будь-яка інформація, що передбачає відповідні дії учня. Порядок задач у списку визначається результатами виконання кожної задачі для *досягнення* поточних цілей. Агенда-механізми дають змогу вибрати задачі, що дозволяють одночасно досягти декількох цілей або, при наявності конфліктуючих цілей, вибрати задачі, що дають краще компромісне розв'язання. Агенда-механізм був застосований при створенні інтелектуальної навчальної системи SCHOLAR при впорядкуванні тем. Теми для обговорення або огляду заносилися в агенду разом з припустимим часом, пропорційним важливості теми. Під час обговорення теми система вносила до списку нові теми, зв'язані з поточною або згадані у відповідях чи питаннях учня. Якщо темі або відведений для неї час вичерпано, то система вибирає нову тему для обговорення.

Іншим прикладом може бути метод керування навчанням, запропонований і призначений для вироблення навичок алгоритмічної природи при розв'язуванні задач. Основою методу є оверлейна векторна модель учня, з кожним елементом якої пов'язані гіпотези про ступінь засвоєння відповідної йому навички. Перерахування ймовірностей гіпотез засноване на теоремі Байеса. Крім того, є вбудована модель процесу забування раніше засвоєних навичок. Мета системи полягає в досягненні заданих рівнів освіти (граничних ймовірностей) для всіх або обраних навичок на задачах визначеної складності за мінімальний час. На кожному кроці формується агенда з усіх задач, для яких потрібне застосування заданих навичок у процесі розв'язання. Потім здійснюється вибір задачі, яка має оптимальні труднощі для даного учня.

Розглянемо методи, засновані на явній або неявній постановці сценарію. Розрізняють системи з фіксованим та конструйованим сценаріями. До першого належать усі традиційні навчальні системи – *автоматизовані навчальні курси* (АНК). Більшість АНК використовують один фіксований сценарій навчання, як правило, неявно заданий кодом програми. Типові АНК не містять моделі учня, тому вони розраховані на деякого «середнього» учня, а не на людину, яка сидить у даний момент за комп'ютером.

Серед систем з конструйованими сценаріями розрізняють системи, що генерують план, і системи, що вибирають сценарій з бібліотеки.

Розглянемо наступні методи конструювання сценаріїв:

- метод генерації планів, керованої цілями;
- метод вибору й конкретизації скелетних сценаріїв, поданий у системі MENO-TUTOR.

[1,2].

Генерація навчальних сценаріїв, керована цілями, реалізована в методі STRIPS. Система керування вивченням припускає наявність двох основних компонентів: планувальника й виконавця інтерпретатора сценаріїв. Планувальник генерує сценарій, що

задовольняє кінцеву мету навчання й поточний стан моделі учня. Інтерпретатор реалізує сценарій і, якщо поведінка учня не відповідає очікуваному, виконує перехід в альтернативну галузь плану-сценарію або викликає планувальника для створення нового плану.

Навчальний вплив може бути поданий у вигляді четвірки  $\{N, P, E, A\}$ , де  $N$  – найменування навчального впливу;  $P$  – специфікація попередньої вимоги навчального впливу, тобто умова, істинність якої необхідна для можливості застосування даного впливу;  $E$  – специфікація очікуваних ефектів від виконання навчального впливу;  $A$  – дія, що пропонує навчальний матеріал учневі з метою викликати очікуваний ефект.

Перші три частини навчального впливу використовуються для генерації сценарію та його інтерпретації. Четвертий компонент використовується тільки інтерпретатором для взаємодії з учнем.

План навчання наводиться у вигляді ациклічного орієнтованого двочасткового графу. Два типи вершин графу (кроки й мети) відповідають навчальним впливам і цілям навчання. Дуги задають порядок виконання навчальних впливів. У загальному випадку граф сценарію навчання може бути незв'язним, тобто складатися з кількох підграфів, що не мають спільних вершин.

У системі MENO-TUTOR [2] знання про методику навчання подано у вигляді заздалегідь заданої системи керування діалогом (СКД). Мережа керування діалогом є бібліотекою сценаріїв навчання, яку подано у вигляді масиву вузлів. У структурі СКД виділяють три рівні: *педагогічний*, *стратегічний* і *тактичний*. При переході з вищого рівня на нижчий відбувається конкретизація цілей і дій системи. На самому верхньому педагогічному рівні система встановлює ряд обмежень на форму проведення діалогу. Наприклад, регламентується частота переривань учня, або як часто треба його перевіряти на наявність помилкових представлень про предметну область. Обирається метод роботи з учнем: подати нову тему, вивчити поточну тему, виправити неправильне подання або закінчити поточну тему. На другому рівні педагогічне рішення конкретизується у вигляді стратегії навчання. Наприклад, при вивченні поточної теми можна досліджувати компетентність учня, задавши йому серію питань, або вивести фактографічну інформацію, що стосується даної теми. На тактичному рівні відбувається реалізація стратегії навчання. Наприклад, при описуванні предмета система може вибирати: чи видавати учневі загальну або конкретну інформацію, запропонувати аналогію або навести приклад деякого поняття і т.п.

Крім відношення ієрархії всі вузли мережі (блоки) зв'язані в послідовності, що задають порядок їхнього виконання для ідеального, тобто у всіх відносинах успішного, учня. Ці зв'язки називаються *зв'язками по замовчуванню*. Крім того, з кожним вузлом можуть бути зв'язані метаправила, які, при поводженні учня, що відрізняється від очікуваного, дозволяють перейти до іншого вузла мережі, тим самим змінити стратегію навчання (послідовність виконання вузлів). У MENO-TUTOR є 20 метаправил, що діють на стратегічному й тактичному рівнях.

**Загальна схема керування навчанням.** Метою системи, що складається із самого учня (користувача, студента) і тьютора є – формування знань і вмінь учня. Керований об'єкт у такій системі - знання студента; керуючий орган-компонента тьютора, за допомогою якої він впливає на систему в цілому для досягнення її мети. Одні параметри системи постійні, інші змінюються в процесі навчання через зовнішні та внутрішні впливи. Отже, для адаптації навчання перші необхідно вимірювати до початку, а інші – в процесі навчання.

Загальну схему керування зображено на рис. 2. [1-4].

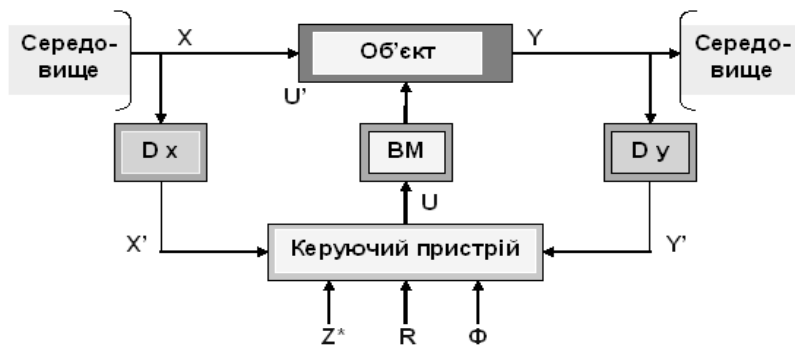


Рис. 2. Загальна схема керування

Об'єкт керування є триполюсником, що зв'язує стан середовища  $X$ , керування  $U'$  і стан об'єкта  $Y$ :

$$Y = F(X, U'), \quad (1)$$

де  $F$  оператор перетворення.

$Dx$  і  $Dy$  системи збирання інформації про стан середовища ( $Dx$ ) і об'єкта  $Dy$ , які перетворюють ці стани в інформацію:

$$X' = Dx(X); \quad (2)$$

$$Y' = Dy(Y). \quad (3)$$

Керуючий пристрій здійснює керування  $U$  на основі отриманої інформації  $X'$  і  $Y'$ , а також заданої мети  $Z^*$  та виділеного на керування ресурсу  $R$  і алгоритму керування  $\Phi$ .

$$U = \Phi(X', Y', Z^*, R). \quad (4)$$

Виконавчий механізм (ВМ) перетворює інформацію про керування  $U$  в керуючу дію  $U'$ , що змінює стан об'єкта:

$$U' = M(U), \quad (5)$$

де  $M$  – оператор виконавчого механізму.

Для синтезу керування необхідно мати модель об'єкта керування:

$$Y_m = F_m(X', Y'), \quad (6)$$

де  $F_m$  - оператор моделі.

Для адекватної моделі  $Y_m = Y'$ .

Викладена модель керування може застосовуватися для описування процесу навчання. Між навчанням і керуванням є пряма аналогія – і одне, і друге пов'язане із цілеспрямованою зміною стану об'єкта (навчання або керування), що здійснюється впливом (навчальним або керуючим), яке реалізується алгоритмом (навчання або керування).

Вважають, що в більшості випадків у процесі навчання середовище незмінне й сприятливе. Це дає змогу вилучити вплив середовища з розгляду.

Структуру системи навчання без урахування середовища подано на рис. 3 [1,2].

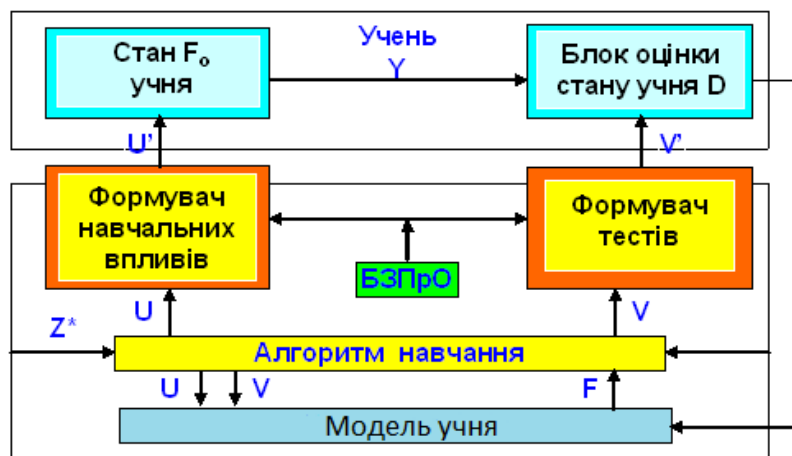


Рис. 3. Блок-схема системи навчання

Модель учня описує оцінку  $U$  стану  $Y$  учня у функції навчального впливу  $U$ :

$$Y = F(U). \quad (7)$$

Сам стан  $Y$  учня визначається його оператором  $F_0$ :

$$Y = F_0(U'). \quad (8)$$

Оператор  $F$  моделі учня підлягає визначенню й адаптації в процесі навчання й подається у вигляді пари

$$F = \langle W, C \rangle, \quad (9)$$

де  $W$  – структура моделі  $F$ ;  $C = (C_1, \dots, C_k)$  – її параметри.

Алгоритм навчання виконує дві функції. По-перше, він визначає те, чому саме слід навчати учня, тобто визначає навчальний вплив:

$$V = \Phi(Y, Z^*, R), \quad (10)$$

де  $\Phi$  – алгоритм навчання;

$Y$  – оцінка стану знань учня, отримана за допомогою моделі (3.7);

$Z^*$  – мета навчання;

$R$  – ресурс навчання.

По-друге, алгоритм навчання визначає тести  $V$ , відповіді на які несуть інформацію про моделі  $F$  учня:

$$V = G(Y), \quad (11)$$

де  $G$  – алгоритм синтезу тесту  $V$ .

База знань предметної області (БЗ Про) повинна містити фактографічні, процедурні та інші знання про предмет, що вивчається, необхідні для засвоєння учнем у процесі навчання.

Формувач навчального впливу (ФНВ) визначає порцію інформації, яку треба передати учневі для вивчення на даному етапі навчання:

$$U' = \Phi_1(U), \quad (12)$$

де,  $\Phi_1$  – алгоритм формування порції для учня.

Різниця між  $U$  і  $U'$  полягає в наступному:  $U$  – це ідентифікатор навчального впливу, а  $U'$  – його зміст.

Формувач тестів (ФТ) визначає, яку тестову задачу варто видати учневі:

$$V' = G1(V), \quad (13)$$

де  $G1$  – алгоритм формування тестів задачі.

Учень у такій системі навчання є «перетворювачем» порції навчальної інформації  $U'$  у стан  $Y$  за (3.8). Інформацію про цей стан можна одержати тільки за допомогою тестових питань  $V$ :

$$Y' = D_v(Y, V), \quad (14)$$

де  $D_v$  – оператор перетворення тестової задачі  $V$  і стану учня  $Y$  у відповідь  $Y$  (оператор реалізується самим учнем).

З вище викладеного випливає, що ключовими є модель учня  $F$  (7) і база знань, що визначає методи навчання  $\Phi$  (10).

На рис. 4 наведено структуру навчання, що передбачає наявність деякого засобу, який забезпечує комунікативні функції між партнерами – учасниками системи навчання (інтерпретатор).

Передбачається також, що оцінка як рівня знань, так і когнітивних можливостей слухача (учня), тьютор здійснює за посередництвом такого інтерпретатора.

**Висновки.** Запропонована узагальнена схема та модель і алгоритм навчання дозволяє забезпечувати навчання учня, виходячи з його початкових знань і ступеню засвоєння матеріалу (можливостями й властивостями конкретного учня). При цьому ключовими факторами, які найбільш впливають на результати навчання, є модель учня  $F$  (7) і база знань, що визначає методи навчання  $\Phi$  (10).



Рис. 4. Блок-схема системи навчання з інтерпретатором

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Боряк К.Ф. Автоматизовані навчальні системи з елементами штучного інтелекту для вивчення технічних дисциплін [Монографія] / К.Ф. Боряк, Ю.О. Гунченко, С.В. Ленков, В.Є. Лукін, С.А. Шворов.- Одеса: ВМВ, 2012. -296 с. Герасимов Б.М. Проектування та застосування експертно-навчальних систем: Монографія / Герасимов Б.М., Оксіюк О.Г., Шворов С.А.– К.: Вид-но Європ. ун-ту. 2008. – 263 с.
2. Голенков В.В., Гулякина Н.А., Елисеева О.Е. Инструментальные средства проектирования

интеллектуальных обучающих систем: Методическое пособие по курсу "Интеллектуальные обучающие и тренажерные системы" для студентов специальности "искусственный интеллект". Мн.: БГУИР, 1999. – 102с.

3. Растринин Л.А. Адаптация сложных систем. - Рига: Зинатне, 1981. – 375 с.

4. Растринин Л.А. Обучающие системы // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика.- 1993.- № 2. – С. 153-163.

**Рецензент:** д.т.н., проф. **Ленков С.В.**, начальник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка

д.т.н., доц. **Гунченко Ю.А.**, д.т.н., проф. **Шворов С.А.**,  
**Халед Алаиасра, Савенчук В.В., Емельянов П.С.**

### **ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБУЧЕНИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ**

*В статье предложена обобщенная схема, модель и алгоритм обучения, которые позволяют обеспечивать обучение ученика, исходя из возможностей и свойств конкретного ученика и его начальных знаний. Обучение рассматривается как информационный процесс в системе управления передачей знаний, с учетом психолого-педагогических методов. Показано, что ключевыми факторами, которые наиболее влияют на результаты обучения, являются модель ученика и база знаний, что определяет методы обучения.*

*Ключевые слова:* обучение, ученик, тьютор, модель ученика, база знаний, структура обучения, схема управления.

**Ph.D. Gunchenko Yu.A., Prof. Shvorum S.A., Khaled Alaiasra, Savenchuk V.V., Emelyanov P.S.**  
**PSYCHO-PEDAGOGICAL METHODS AND SCHEMES OF CONTROL OF TEACHING  
PROCESS FROM THE POINT OF VIEW OF MANAGEMENT OF SYSTEMS**

*The article suggests a generalized scheme, model and learning algorithm, which allow to provide the learner's training based on the abilities and peculiarities of the particular learner and his basic knowledge. Education is regarded as an information process in the control system transfer of knowledge, taking into account the psychological and pedagogical methods. It is shown that the key factors that most affect results of learning are the learner model and the base of knowledge that defines the methods of teaching.*

*Key words:* education, learner, tutor, learner model, the knowledge base, the structure of education, the control management.