

УДК 371.261(045)

Г.А. Тимофієва

## ПОБУДОВА МОДЕЛІ ЛЮДИНИ, ЩО НАВЧАЄТЬСЯ

Національний авіаційний університет, ann\_t\_ne@mail.ru

*В статті проведено аналіз існуючих моделей людини, що навчається. Запропоновано математична модель процесу навчання*

**Ключові слова:** модель навчання, дифференціальні рівняння другого порядку

### Вступ

Однією із головних задач при проектуванні автоматизованих систем діагностики знань є побудова моделі людини, що навчається. Під моделлю в даному випадку розуміють знання про людину [1]: абстрактне уявлення системи про особу, що навчається; інформація про людину, що дає можливість оптимально вирішити запропоновану задачу; психофізіологічні характеристики, професійні якості, які використовуються для організації процесу навчання; представлення мети навчання та інформації про стан знань людини.

Основними функціями моделі є зберігання інформації про людину; відбір необхідної інформації для аналізу та адаптації системи; підвищення рівня знань людини; оцінка рівня знань особи, що навчається.

Таким чином, необхідно, щоб модель задовольняла наступним критеріям:

- валідність – система повинна враховувати індивідуальні особливості людини, які мають вплив на досягнення мети [2];
- адекватність – система повинна забезпечити відповідність моделі її оригіналу;
- динамічність – корегування моделі за рахунок накоплення даних про людину, яка навчається.

Таким чином модель особи, що навчається повинна містити таку інформацію [1,2]: мета навчання; знання людини, що навчається по певному матеріалу (елементу); особливості вибору контрольних завдань; правила корегування та модифікації моделі за результатами контролю.

Для побудови моделі необхідно провести аналіз вже існуючих

### Аналіз існуючих моделей

Існує багато класифікацій моделей особи, що навчається. Не існує універсальної класифікації. Тому розглянемо базові види моделей (Рис.1).

Якщо розглядати моделі людини, що навчається, з точки зору керування, то вважається, що процес керування є процесом інформаційного обміну. При такому підході моделі називають формалізованими (як частинний випадок – математичні моделі) та класифікуються відповідно трьом базовим рівням вивчення знакових систем. Тому розрізняють прагматичні, семантичні та синтаксичні моделі. Використання таких моделей можливе, якщо відомо яка інформація буде отримана при вирішенні задачі та яку інформацію необхідно для цього мати. Тобто необхідно знати повний об'єм вхідної та вихідної інформації. Та на питання звідки вхідна інформація і де ще використовується вихідна, такі моделі відповіді не дають [3].

Д. Х. Слимман [4] запропонував три критерії класифікації моделей людини, що навчається, відповідно до природи, форми та метода інтерпретації інформації, що міститься в моделі. Базовим критерієм класифікації є природа відображеної в моделі інформації. Тому такі моделі діляться на дві групи [4,5] – моделі знань по предмету або курсу, що вивчається та моделі індивідуальних характеристик. При цьому, модель знань людини, що навчається, визначає рівень знань по предмету або курсу та відображає реальний стан знань. В свою чергу модель знань розділяється на скалярну, оверлейну та пертурбаційну моделі.

Скалярна модель є формою загальної моделі знань та використовує для оцінки знань інтегральні оцінки (наприклад за п'ятибальною та двонадцяти бальною шкалою) [4].

Оверлейна модель є однією із найпоширених моделей, яка, на відміну від скалярної, дозволяє визначити реальні знання людини, що навчається. В такій моделі весь матеріал ділиться на незалежні частини (порції та елементи), тобто, знання людини, що навчається, в кожний момент часу є підмножиною знань експерта або системи. Ускладнена форма

оверлейної моделі дозволяє додатково визначити на скільки добре особа, що навчається, знає ці елементи. Для цього кожному елементу знань відповідає деякий еталон або міра знання цього елементу. Це може бути як скалярна величина так й векторна оцінка нечіткої множини [4].

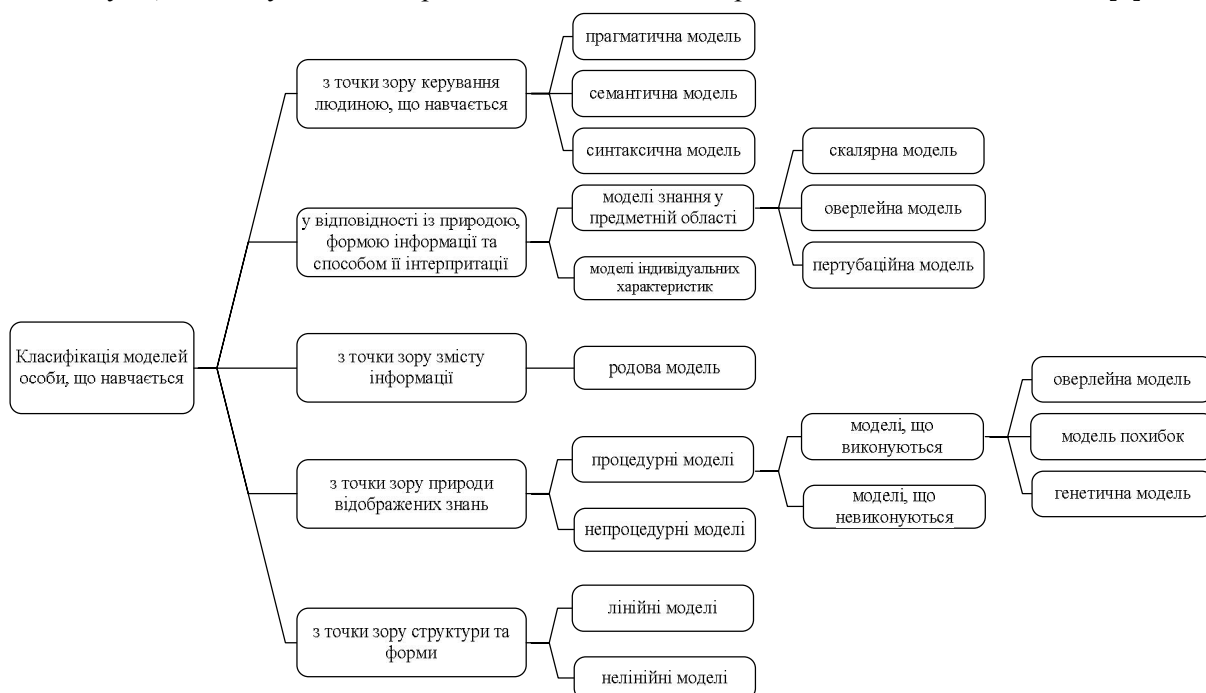


Рис. 1. Класифікація моделей особи, що навчається

Для роботи з помилками та визначення їх причини використовують пертурбаційну модель. Вважається, що для кожного елемента знань існує один або кілька помилкових елементів. З точки зору такого підходу систематичне використання замість вірного елемента знань однієї з його пертурбації може стати причиною неправильних знань (або поведінки) людини.

В той же час І.П. Голдстейн [6] представив оверлейну та пертурбаційну моделі з точки зору природи відомих знань, як генетичні. Такі моделі відображають можливий розвиток знань особою, що навчається, та базуються на генетичному графі. Такий граф можна розглядати як розвиток чисто оверлейної та пертурбаційної моделей. Саме така форма моделі особи, що навчається, дозволяє з більшою точністю відобразити стан знань.

З точки зору природи відомих знань моделі діляться на процедурні та не процедурні. Модель, що відображає процедурні знання особи, що навчається може бути виконаною та невиконаною. З точки зору структури та форми моделі діляться на лінійні та нелінійні моделі навчання [4-6].

Аналізуючи існуючі моделі, залежно від методу класифікації, можна зробити висновок, що модель, яка найбільш адекватно відобразить реальні знання особи, що навчається, є генезисом оверлейної та пертурбаційної моделей. А саме, генетична модель є найбільш оптимальною.

Модель людини, що навчається, може бути різною в залежності від віку, досвіду та роду діяльності. Тому така модель повинна містити компоненти, що мають вплив на ефективність діяльності та забезпечити контроль над нею для корекції процесу навчання. Тому необхідно обрати одну із існуючих генетичних моделей, різних типів. Для цього розглянемо процес навчання в умовах, які повторюються, що є одним з поширених різновидів навчання, та має місце як у формуванні різних навиків в людини та і в засвоєнні нею інформації. Постійність зовнішніх умов дозволяє проводити кількісний опис процесу навчання у вигляді графіків – кривих навчання, що представляють собою залежність критеріїв рівня навченості від часу, кількості повторень та характеристик інформаційного потоку (дидактичного матеріалу).

Як правило, розглядають два аспекти навчання: результативний та процесуальний [7]. Результативний – при навчанні людина (система) повинна досягти необхідного мінімального результату – якості виконання дій з достатніми затратами часу. Процесуальний – адаптація людини, що навчається, до характеристик інформаційного потоку (складності, швидкості подання тощо). Відповідно, виділяються результативні характеристики навчання та

характеристики адаптації [8]. Оскільки необхідно побудувати модель людини, що навчається, для прогнозування рівня знань, то достатньо враховувати результативні характеристики для побудови моделі, а саме критерії рівня навченості.

Критеріями рівня навченості людини, як правило, виступають такі характеристики: часова, інформаційна (об'єм матеріалу та переробленої інформації й т.д.) та точність відтворення вивченого матеріалу.

Оскільки більшість моделей процесу переробки інформації людиною будується на основі аналогів процесів та явищ, що мають місце в тих чи інших системах живої та неживої природи, тому за основу береться тип процесу або явища.

### Постановка завдання

Розробити модель процесу збереження рівня знань людини протягом часу.

### Математична модель людини, що навчається

Інтенсивний розвиток сучасних інформаційних технологій привів до їх застосування в освіті, що дозволяє перейти до диференційованого підходу оцінювання знань студентів з різним рівнем базової підготовки. Як наслідок, широке використання в процесі навчання досягнень комп'ютерних технологій зумовило виникнення одного із важливих елементів сучасного навчального процесу – автоматизованої системи контролю знань та навчання, яка, у той же час, є засобом керування навчальним процесом.

Таким чином, процес навчання може бути розглянуто як процес керування складною людино-машинною системою, де студент (або оператор) є об'єктом керування, а автоматизована система контролю знань та навчання – елемент, що керує. Таким чином, методологія керування переноситься на процес навчання, що дозволяє використовувати методи теорії керування для адаптивної системи підготовки спеціалістів (Рис.2).

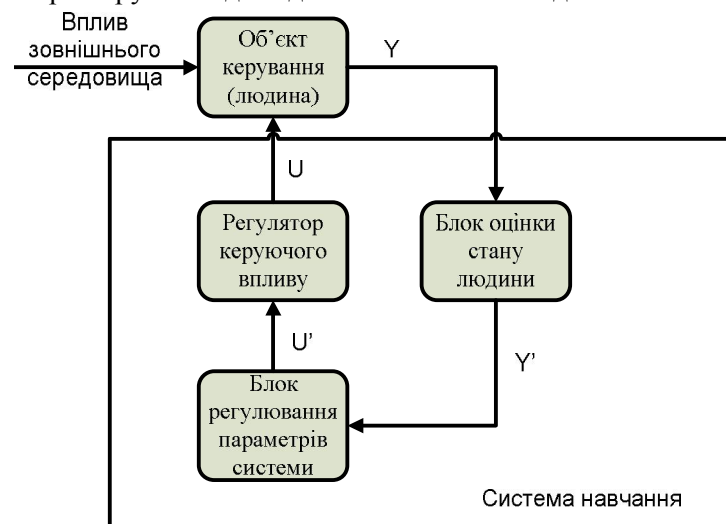


Рис 2 Загальна схем керування процесом навчання

Вплив на людину зовнішньої середовища та інших факторів (внутрішніх) може бути описаний функцією

$$W = W(w_1, \dots, w_m, \Omega),$$

де  $w_1, \dots, w_m$  - фактори зовнішньої середовища (температури, освітлення та інші);  $\Omega$  - психоемоційний стан людини;  $Y$  - вплив на студента, як оператора ергатичної системи;  $Y'$  - результати оцінювання стану студента (оператора ергатичної системи людина-комп'ютер), що надходять на блок регуляції параметрів системи, який генерує команди керування  $U'$ , які

обробляються регулятором керуючого впливу для зміни стану вхідного сигналу  $U$ .

Процес професійної підготовки людини складається із періодів накопичення знання студентом та збереження цих знань. Часові характеристики системи визначають швидкість та тривалість накопичення та забування інформації в довготривалій пам'яті.

Одним з методів вивчення процесів пам'яті людини як об'єкта навчання є метод математичного моделювання. Його перевага в тому, що моделі простіше і зручніше досліджувати, з ними можна проводити експерименти, постановка яких на учнів може виявитися невиправданою або дати негативний результат. Моделі логічні й формалізовані, що дозволяє однозначно досліджувати чинники, що визначають властивості досліджуваних об'єктів і явищ. Метод моделювання передбачає абстрагування від конкретної природи явища, ідеалізацію та складання системи описують його рівнянь, проведення обчислювального експерименту, інтерпретацію його результатів, зворотний перехід від математичної ідеалізації до реального об'єкту дослідження.

Розглянемо час, упродовж якого проводилися експериментальні спостереження за станом

людини, що навчається. Для визначення ступеня засвоєння знань було проведено тестування у різні моменти часу:

- $t_0$  – до початку навчання,
- $t_1$  – в момент закінчення навчальної дії,
- $t_2$  – через деякий проміжок часу.

Оскільки останній час для випускників шкіл (абітурієнтів) проводиться зовнішнє незалежне оцінювання, то у якості базового рівня знань до початку процесу навчання можна брати результати такого тестування.

Математична модель закону збереження знань в пам'яті оператора має вигляд

$$f(t) = \begin{cases} f_1(t) & \text{для } 0 \leq t < t_1; \\ f_2(t) & \text{для } t_1 < t < t_2, \end{cases} \quad (1)$$

де  $f_1(t)$  – закон засвоєння на інтервалі  $[0, t_1]$ ;  $f_2(t)$  – закон збереження інформації на  $t > t_1$ .

Доведено [6], що процес ідентифікації параметрів людини, як оператора ергатичної системи та прогнозування його стану протягом часу має вигляд диференційного рівняння другого порядку:

$$k_2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + k_1 \frac{dy(t)}{dt} + k_0 y(t) = ku(t), \quad (2)$$

де  $y(t)$  – вимірювальна вихідна величина (рівень знань оператора);  $u_{\text{ex}}(t)$  – вхідний інформаційний потік,  $k_i$  ( $i = 0, 1 \dots n$ ) параметри стану оператора, які обумовлені психофізіологічними характеристиками;  $k$  – коефіцієнт, який характеризує складність інформаційного потоку.

Визначено, що  $k_i$  ( $i = 0, 1 \dots n$ ) виконують такі функції:

- $k_2$  характеризує інерційність мислення, пов'язану з осмисленням інформації та переводом її з короткотривалої пам'яті до довготривалої;
- $k_1$  є узагальненим параметром процесу засвоєння інформації людиною, що навчається;
- $k_0$  визначає здатність тривалого збереження інформації в довготривалій пам'яті людини.

### Висновки

Проведено аналіз існуючих моделей процесу обробки інформації людиною.

Виявлено, що модель, яка найбільш адекватно відобразить реальні знання особи, що навчається, є генезисом оверлейної та пертурбаційної моделей. А саме, генетична модель є найбільш оптимальною.

Показано, що для побудови математичної моделі можливо використовувати диференційні рівняння другого порядку.

### Список літературних джерел

1. Аванесов В.С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе /Аванесов В.С.–М.: МИСиС, 1989.–168с.
2. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації: Навчальний посібник. – Львів: «Новий Світ - 2000», 2003.–424с.
3. Присняков В.Ф., Приснякова Л.М. Математическое моделирование переработки информации оператором человека-машинных систем – М.: Машиностроение, 1990.–248 с.
4. Аткинсон Р. Человеческая память и процесс обучения/Аткинсон Р. - М.:Прогресс, 1980. – 528 с.
5. Аткинсон Р., Бауэр Г., Кротерс Э. Введение в математическую теорию обучения/Аткинсон Р., Бауэр Г., Кротерс Э. - М.: Мир, 1969. – 468 с.
6. Шибицкая Н.Н. Метод идентификации объектов в эргатической системе управления процессом обучения // Кибернетика и вычислительная техника.–Вып. 121.– К., 1999. – С. 52–58.
7. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров.– М.: Наука, 1968. – 720 с.
8. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы/ Самарский А.А., Гулин А.В. – М.: Наука, 1989.–432 с.