

УДК 519.682.5

*П.І. Федорук*

Прикарпатський університет ім. Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна,  
pavlo@pu.if.ua

## Використання інтелектуальних агентів для інтенсифікації процесу навчання

У статті розглянуто актуальну проблему створення навчальної системи, яка, завдяки врахуванню індивідуальних особливостей кожного студента, дозволяє інтенсифікувати процес навчання. Запропоновано схему реалізації такої системи з використанням інтелектуальних агентів. Результати проведених досліджень доводять можливість ефективного застосування даної системи в навчальному процесі.

### Вступ

Останнім часом розробники комп'ютерних навчальних систем велике значення приділяють саме процесу навчання, який на фоні використання сучасних інформаційних технологій набув якісних змін в бік індивідуалізації та адаптації навчання до потреб конкретного індивідуума. Сьогодні виникає можливість враховувати не тільки потреби студентів навчатись в певний, відмінний від стандартного навчального графіку, час та на певній, можливо, географічно віддаленій від центрів освіти території (дистанційне навчання з використанням сучасних телекомунікацій), але й враховувати різний рівень сприйняття та засвоєння знань. Широкого розповсюдження набувають *інтелектуальні навчальні системи, адаптивні мережеві навчальні системи* [1], які з'явилися як альтернатива та доповнення до традиційного підходу у розробці навчального курсу. Ці системи розробляють модель знань кожного студента і використовують цю модель протягом усього часу взаємодії зі студентом для адаптації до особливостей кожного індивіда. Найперші адаптивні мережеві навчальні системи були розроблені в 1995 – 1996 рр. [2]. Відтоді велика кількість систем була створена в цілому світі. Більшість адаптивних мережевих навчальних систем базуються на технологіях, розроблених в галузі адаптивного гіпермедіа та інтелектуальних навчальних систем. У кожного з цих підходів є свої слабкі і сильні сторони. Структури повторного використання курсів, такі як ARIADNE, дозволяють автору курсу шукати необхідний навчальний об'єкт у репозиторіях навчального матеріалу і включати їх у свої курси. Цей підхід зменшує час розробки курсу і покращує якість курсів шляхом доступності високоякісного навчального матеріалу для навчальної спільноти. У той же час у розробок цього підходу є декілька проблем, одна з яких, на нашу думку, стає на заваді їх ефективному використанню. Це перш за все пов'язано з проблемою «один розмір підходить усім». При ідентифікації придатного матеріалу і його організації в межах курсу викладач повинен думати про аудиторію взагалі. А насправді у студентів різні інтереси, знання, основи і стиль навчання. Певний ретельно відібраний учителем матеріал може бути непотрібним для деяких студентів і тільки зіб'є їх з пантелику. З іншого боку, матеріал, що важливий для інших студентів, може взагалі не потрапити до навчального плану. Організація матеріалу, яка корисна для однієї категорії студентів, може створити перешкоди для інших. Ця

проблема стає особливо актуальною при мережевому навчанні, коли різниця між студентами, що вивчають один курс, набагато суттєвіша [1]. Отже, створення системи, яка б враховувала індивідуальні особливості студентів та відповідним чином адаптовувала подачу навчального матеріалу є актуальною і важливою проблемою.

## Машина інтенсифікації процесу навчання

У розробленій нами системі дистанційного навчання та контролю знань для врахування індивідуальних особливостей студентів із засвоєння та сприйняття знань використовується спеціалізований блок, який отримав назву «машина інтенсифікації процесу навчання» (рис. 1).

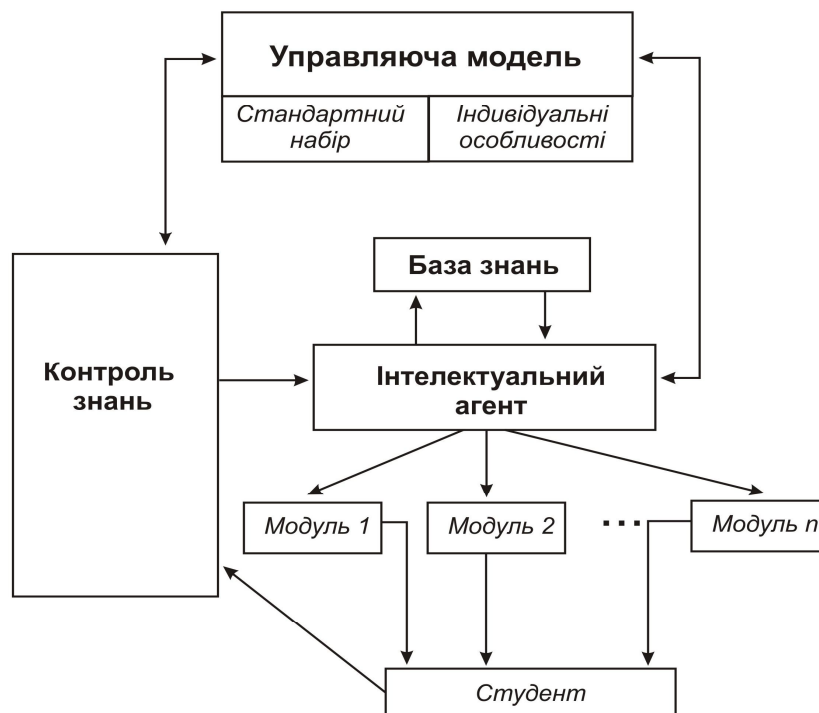


Рисунок 1 – Машина інтенсифікації процесу навчання

Даний блок дозволяє оцінити базовий рівень знань студента і на його основі сформувавши відповідний навчальний модуль з використанням предметної бази знань. Після проходження навчального модуля відбувається контроль знань студента, за результатами якого відбувається формування наступного модуля. При цьому для роботи інтелектуального агента використовується управляюча модель, яка враховує як стандартний набір необхідного матеріалу, закріплений державними нормами, так і індивідуальні особливості кожного студента. Процедуру контролю знань і атестації тут ми розглядати не будемо, оскільки її ми детально розглядали і досліджували в попередніх роботах [3]. У певних точках проходження курсу проводиться рубіжний контроль знань, який дозволяє провести корекцію основних напрямів навчання. Його призначення полягає у формуванні навчальних модулів таким чином, щоб враховувалися здібності, рівень підготовки та спосіб навчання кожного студента. Для забезпечення цього інтелектуальний агент отримує результати тестування студентів на

рівень засвоєння пройденого матеріалу і формує наступний навчальний модуль так, щоб поведінка системи в цілому залишалась незмінною і відповідала бажаному рівню «новизни знань», що пропонуються студентам на кожному з етапів навчання:

$$\dot{x} = A(t) \cdot x + B(t) \cdot U,$$

де  $x, U$  – вектори стану системи,  $A(t), B(t)$  – функції, що описують результативність тестування та валідність знань.

Блок контролю виконує роль ідентифікатора, тобто засобу тотожності оцінки параметрів системи, яка здійснюється в реальному часі.

У випадку незмінних параметрів системи структура і параметри адаптивного регулятора не змінюються, тобто діє головний зворотній зв'язок і система залишається стабільною. Якщо ж параметри системи змінюються, то ці зміни оцінюються регулятором у реальному часі і відбувається зміна структури і параметрів регулятора так, щоб поведінка системи залишалась незмінною [4].

При цьому основні вимоги висуваються до ідентифікатора (швидкодія, ефективність оцінки та повнота врахування всіх аспектів змін, що відбулись у системі) і до самого алгоритму ідентифікації.

Якщо дана нестационарна система загального виду (чим і є система оцінки та контролю знань)

$$\dot{x} = A(t) \cdot x + B(t) \cdot U, \quad x \in R^n,$$

то вимоги, які висуваються до системи, можна подати у вигляді

$$\dot{x} = A^* \cdot x + B^* \cdot V, \quad V \in R^m,$$

де  $A^*, B^*$  – матриці постійних коефіцієнтів, що визначають стан системи.

Реально ж, для забезпечення стабільності системи, на кожному кроці потрібно розв'язати задачу

$$\dot{x} = A(t)x + B(t) \cdot k(t) \cdot V - B(t) \cdot k(t) \cdot x,$$

де параметри регулятора визначаються із співвідношень

$$\begin{cases} A(t) - B(t) \cdot k(t) = A^*, \\ B(t) \cdot k(t) = B^*. \end{cases}$$

Відшукання такого розв'язку забезпечує формування нового навчального модуля, який буде орієнтований на конкретного студента і враховуватиме рівень засвоєння ним щойно пройденого матеріалу та зберігатиме стабільність навчальної системи.

У даному випадку після проходження тестування за його результатами аналізатор визначає і передає інтелектуальному агенту наступні параметри, індивідуальні для кожного студента.

1. Швидкість сприйняття нової інформації (визначає кількість повторень навчального матеріалу перед його повним засвоєнням, тобто до отримання 100 % правильних відповідей на поставлені запитання за пройденою темою). Із врахуванням даного параметра формується блок повторення пройденого матеріалу кожного з модулів.

2. Оптимальний порядок тестування. Визначає частину тесту, в якій допущено максимальну кількість помилок за новою темою: початок (значення параметра  $n$  дорівнює 1); кінець ( $n = 2$ ); початок і кінець ( $n = 3$ ); середина тесту ( $n = 4$ ); рівномірний розподіл помилок ( $n = 5$ ). У наступному модулі в частині тесту, де зосереджені неправильні відповіді, розміщується питання за попередніми темами. Таким чином, параметр впливає на порядок питань у тестах з урахуванням індивідуальних особливостей студента.

3. Рівень засвоєння навчального матеріалу (кількість правильних, частково правильних і неправильних відповідей). У разі незадовільних результатів здійснюється

повторення навчального матеріалу та проводиться додаткове тестування. У випадку отримання позитивної оцінки інтелектуальним агентом формується наступний модуль:

- з повторною подачею навчального матеріалу та тестуванням за темами, на які отримано неправильні відповіді;
- з повторним тестуванням за тими темами, на які отримано частково правильні відповіді.

Даний параметр впливає на формування як навчальної, так і тестової частин модуля.

## Дослідження ефективності застосування

Для визначення ефективності застосування запропонованої системи формування модулів з урахуванням індивідуальних особливостей студента паралельно в іншій групі проводилось навчання за допомогою стандартних модулів (однакових для всіх студентів). Отримані результати тестування у двох групах порівнювались і для них обчислювались коефіцієнти кореляції [3].

1) Ранговий коефіцієнт Спірмена:

$$R = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{k=1}^n (r_k - r'_k)^2,$$

де  $n$  – кількість тестованих студентів,  $r_k, r'_k$  – ранги  $k$ -го тестованого відносно відповідно запропонованої та стандартної системи формування навчальних модулів.

Таблиця 1 – Результат обчислення коефіцієнта Спірмена

Номер модуля	Ранговий коефіцієнт Спірмена
1	0,84
2	0,67
3	0,79
4	0,88

2) Коефіцієнт кореляції добутку моментів Пірсона:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})(y_k - \bar{y})}{n\sigma_x\sigma_y},$$

де  $x_k, y_k$  – відповідно індивідуалізована та стандартна оцінка  $k$ -го тестованого,  $\bar{x}$  та  $\bar{y}$  – середні оцінки,  $\sigma_x$  і  $\sigma_y$  – стандартні відхилення в порівнюваних результатах. Даний коефіцієнт є мірою лінійної залежності між індивідуалізованою та стандартними системами навчання.

Таблиця 2 – Результати обчислення коефіцієнта кореляції добутку моментів Пірсона

Номер модуля	Значення коефіцієнта
1	0,79
2	0,73
3	0,72
4	0,81

3) Коефіцієнт асоціації Пірсона:

$$\varphi = \frac{p_{xy} - p_x p_y}{\sqrt{p_x(1-p_x)p_y(1-p_y)}}$$

де  $p_x$  та  $p_y$  – частки тих, хто отримав відповідно позитивну стандартну та індивідуалізовану оцінку,  $p_{xy}$  – успішність відносно обох оцінок одночасно.

Таблиця 3 – Результат обчислення коефіцієнта асоціації Пірсона

Номер модуля	Значення коефіцієнта
1	0,82
2	0,77
3	0,84
4	0,71

Отримані дані свідчать про придатність запропонованої системи навчання й контролю знань у випадку дотримання певних технічних вимог до швидкості передачі даних та часу реакції системи на запит.

За результатами проходження студентами навчання в системі, яка використовувала машину інтенсифікації процесу навчання, проведено ряд досліджень, які показали, що застосування інтелектуального агента значно покращило процес засвоєння знань і дозволило врахувати індивідуальні особливості тих, хто навчається. На рис. 2 зображено графіки успішності студентів (всього 100 чоловік), які займалися за індивідуалізованою програмою та тих, які навчались за стандартною системою.

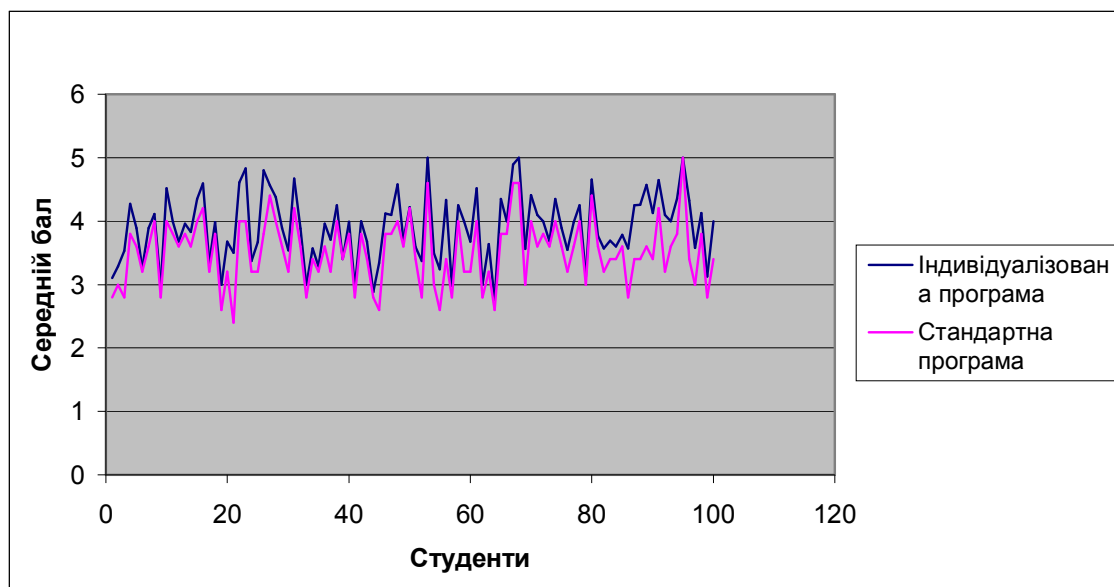


Рисунок 2 – Графіки успішності студентів

## Висновок

Результати досліджень доводять можливість ефективного застосування даної технології в навчальному процесі, хоча ряд технічних обмежень, пов'язаних із сучасним рівнем розвитку каналів передачі даних, в глобальних мережах не дозволяють у повній мірі використати всі переваги даного напрямку в дистанційному навчанні.

## Література

1. Brusilovsky P., Nijhavan H. A Framework for Adaptive E-Learning Based on Distributed Re-usable Learning Activities // Proceedings of E-Learn. – 2002.
2. Brusilovsky P., Schwarz E., Weber G. ELM-ART: An intelligent tutoring system on World Wide Web. // C. Frasson, G. Gauthier and A. Lesgold (eds.) Intelligent Tutoring Systems. Lecture Notes in Computer Science: Proceedings of Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS-96. – Vol. 1086. – Montreal. – June 12-14, 1996. –1996. – Berlin: Springer Verlag, P. 261-269.
3. Федорук П.І. Система дистанційного навчання та контролю знань на базі Internet-технологій (на прикладі медичних вузів). – Івано-Франківськ: Плай, 2003. – 138 с.
4. Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. Адаптивное управление динамическими объектами. – М.: Наука, 1981.

### *П.И. Федорук*

#### **Использование интеллектуальных агентов для интенсификации процесса обучения**

В статье рассмотрена актуальная проблема создания обучающей системы, которая, учитывая индивидуальные особенности каждого студента, позволяет интенсифицировать процесс обучения. Предложена схема реализации такой системы с использованием интеллектуальных агентов. Результаты проведенных исследований доказывают возможность эффективного использования данной системы в процессе обучения.

### *P.I. Fedoruk*

#### **Usage of intellectual agents for intensification of educational process**

The article reveals the actual problem of creation of educational system, which owing to the individual peculiarities of each student helps to intensify educational process. The scheme of the system realization using intellectual agents was suggested. The results of the conducted research prove the possibility of effective usage of the given system in educational process.

*Статья поступила в редакцию 30.06.2004.*