

ЕЛЕМЕНТИ АДАПТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

На сьогодні в навчанні широко застосовуються комп'ютерні технології. Для інтенсифікації навчального процесу розробляють як окремі програми для навчання і контролю знань (тестування), так і складні навчальні комп'ютерні системи (НКС). Інтелектуальні НКС – відносно новий вид навчальних систем, здатних підтримувати і контролювати навчання студента на різних рівнях, ураховуючи його індивідуальні особливості, забезпечуючи для кожного студента можливість найбільш швидкого і якісного отримання нових знань.

Постановка проблеми. Однією з основних проблем, що постає при розробці таких систем, є проблема *адаптації*, яка полягає в тому, щоб зробити всі елементи навчальної системи *адаптивними*, а також надати студентові змогу пристосовувати параметри системи до своїх здібностей. Адаптивність – це властивість системи динамічно пристосовуватися до рівня користувача, тобто змінювати свої параметри і структуру залежно від реакції користувача. Адаптованість системи – це можливість зміни користувачем окремих елементів системи.

Аналіз останніх досліджень. Теоретичні основи для цієї роботи забезпечені дослідженнями інтелектуальних систем навчання [1; 2].

У комп'ютерному навчанні виділяють три ієрархічні рівні адаптації до учнів [3]:

- адаптація до студентів як категорії користувачів;
- адаптація до групи студентів;
- адаптація до окремого студента.

Перший рівень адаптації передбачає адаптацію до кожної категорії користувачів навчальної програми залежно від їхніх ролей і, зазвичай, реалізується шляхом створення спеціального інтерфейсу для кожного класу користувачів. Такий підхід є характерним для будь-яких комп'ютерних систем.

Адаптація до групи студентів забезпечує адаптацію залежно від обраної спеціальності, навчальної програми, віку і психологічної спрямованості особи. Цей рівень адаптації ґрунтується передусім на вирішенні двох головних питань дидактики: “чому вчити?” і “як вчити?”. Відповідь на перше питання визначає цілі навчання, тобто обсяг потрібних знань, умінь і навичок та рівень їхнього засвоєння. Розв'язання другого завдання дидактики (“як вчити?”) зумовлює вибір методів навчання, оптимальних для певної групи учнів, а також способів подання інформації [4; 5].

На третьому рівні досягається максимальний рівень адаптації, який ґрунтується на врахуванні особистісних характеристик студента, рівня його знань, умінь і навичок, досвіду, здібностей тощо.

Для організації адаптації до студента використовують різні методи [6]:

- побудова послідовності навчання;
- адаптивне подання інформації;
- інтелектуальний аналіз відповідей;
- діалогова підтримка розв'язування завдань;
- адаптивна підтримка навігації в навчальному матеріалі;
- розв'язування завдань за зразками;
- адаптивна підтримка колективної роботи.

Розглянемо детальніше деякі методи адаптації.

Побудова послідовності навчання. Мета цього методу адаптації – забезпечити студентам найбільш оптимальну індивідуально сплановану послідовність елементів навчального матеріалу (НМ) і навчальних завдань. Метод реалізується шляхом побудови оптимальної послідовності вивчення матеріалу. В

навчальних комп'ютерних системах НМ об'єкт вивчення реалізується у вигляді трьох- або чотирьохрівневої ієрархії: курс (навчальний предмет), тема, розділ теми, елемент навчальної інформації (НІ), причому рівень розділів для невеликих і нескладних тем може бути пропущений. Елемент НМ – це елементарна порція інформації: деяке поняття теми, питання, задача, коментар до відповіді, текст-пояснення тощо. [5].

В об'єктно-орієнтованому підході до розробки комп'ютерних навчальних систем широко використовується термін “об'єкт вивчення” (ОВ), але однозначного визначення цього терміна поки що немає [7]. Деякі автори під об'єктом вивчення розуміють елементи НМ, інші розглядають ОВ на двох рівнях: макрорівні (рівень тем) і мікрорівні (рівень понять НМ) [8].

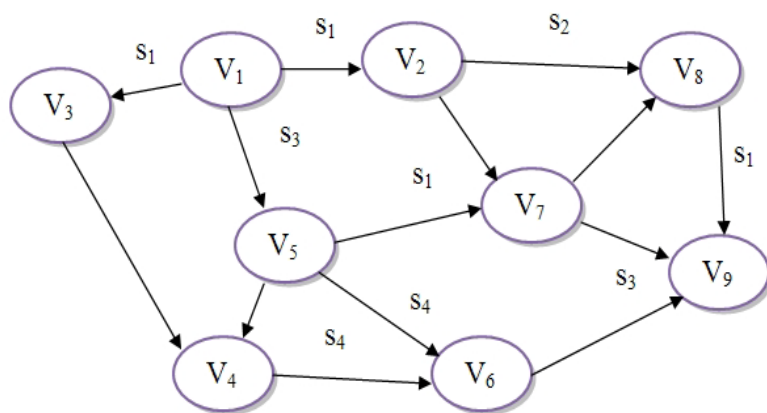


Рис. 1. Модель навчального матеріалу на основі графа

Побудова оптимальної послідовності об'єктів вивчення здійснюється на основі моделі навчального матеріалу, в ролі якої використано орієнтований граф $G(V, S)$ (рис. 1). Множина V вершин графа відповідає об'єктам вивчення (курсам, темам, розділам або елементам НМ), а множина ребер S – зв'язкам між ними. При цьому можливі такі рівні зв'язку [5]:

s_1 – для вивчення об'єкта потрібно мати загальне уявлення про інший ОВ;

s_2 – при вивченні об'єкта часто використовуються покликання на інший ОВ;

s_3 – для вивчення найбільш складних понять об'єкта потрібні знання з інших ОБ;

s_4 – для вивчення об'єкта й практичного застосування знань потрібне чітке знання іншого ОБ.

Кожній вершині i ставиться у відповідність вектор $V_i = \{R_{i1}, R_{i2}, \dots, R_{im}\}$, кожен елемент якого має чотири параметри, тобто $R_0 = (p_{ij}, t_{ij}, z_{ij}, u_{ij}, q_{ij})$, де i – номер об'єкта вивчення, j – номер спеціальності студента; p_{ij} – програма (спеціальність) студента, t_{ij} – час вивчення ОБ; z_{ij} – рівень знань, u_{ij} – рівень умінь, q_{ij} – рівень навичок. Останні три параметри відображають цілі навчання. Тоді граф G_k графа G , який містить вершини з однаковими значеннями p_{ij} , є моделлю НМ для групи студентів, які навчаються за спеціальністю p_k . На рис. 1 показано підграф з вершинами $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7$. Такий підхід уможливорює адаптацію до різних груп студентів залежно від їхньої спеціальності або навчальної програми.

Після побудови моделей НМ можна визначати оптимальну послідовність вивчення ОБ, використавши, наприклад, математичний метод А.В. Нетушила і А.В. Нікітіна [9], що ґрунтується на мінімізації лінійної функції забування. В результаті отримаємо сценарій навчання (послідовність ОБ) для всіх груп студентів. Етапи вирішення цього завдання детально описані в праці Л.В. Зайцевої та ін. [5]. При цьому також визначають ОБ, які можуть вивчатися в довільному порядку, тим самим забезпечуючи певну адаптованість НКС, оскільки в процесі вивчення студент має змогу вибрати об'єкти вивчення. Аналогічно можна визначити послідовність контрольних питань і завдань, які мають бути виконані для досягнення потрібного рівня знань і вмінь.

Розглянуту модель можна використовувати на всіх рівнях НМ, тобто визначити сценарії і керувати послідовністю вивчення курсів, тем, розділів і окремих понять. Але при незмінній моделі НМ, що в цілому є характерним для навчальних дисциплін, отримані на її основі сценарії є сталими. Тому їх можна розмістити в базі знань комп'ютерної навчальної системи і використовувати лише

для управління послідовністю вивчення курсів, тем, розділів і понять. У разі включення нової теми, розділу, поняття – змінюється модель НМ і визначається послідовність вивчення – новий сценарій.

На нижньому рівні ієрархії НМ при розробці окремих елементів НМ сценарій навчання має формуватися динамічно під час діалогу на базі моделі елементів-понять НМ і моделі студента. Модель елементів-понять НМ використовується для визначення оптимальної послідовності їхнього вивчення і слугує основою для формування сценарію навчання, тобто залежно від діяльності студента і його моделі попередньо сформований сценарій (послідовність понять) доповнюється іншими ОВ (питання, завдання, пояснення, коментарі). Рішення про включення нових елементів НМ приймається на основі моделі студента, яка в загальному випадку є вектором [10]

$M = \{M_1, M_2, M_3, \dots, M_n\}$ і може містити такі елементи (вектори):

M_1 – історія навчання;

M_2 – результати поточної роботи з курсом (тип виконаних завдань, час виконання, використання допомоги);

M_3 – особистісні психологічні характеристики студента;

M_4 – досвід роботи з комп'ютерною системою;

M_5 – загальний рівень підготовки;

M_6 – стратегія навчання та ін.

Стратегія навчання відображає оптимальні для студента методи навчання, які вибираються на основі його загального рівня підготовки і спрямованості особистості. Так, для найменш підготовлених можна рекомендувати перцептивні і логічні методи навчання, для більш підготовлених – проблемні і пошукові [11].

Адаптивне подання інформації. Цей метод адаптації передбачає генерацію найбільш прийнятних для студентів елементів НМ і пов'язаний з видом і деталізацією подання інформації. Вибір як виду інформації, так і рівня її деталізації здійснюється на основі моделі студента $M = (M_2, M_3, M_5)$.

Сучасні комп'ютерні технології дають змогу використовувати інформацію по різному: у вигляді тексту, графіки, анімації, звуку тощо. Відомо, що за формою сприйняття інформації, якій надається перевага, розрізняють людей з трьома репрезентативними системами (**M₃**): аудіали, візуали і кінестики [12], тому корисно передбачити, по можливості, вибір форми виведення інформації.

Детальність інформації, яка видається системою, залежить від поточного виконання завдань (**M₂**) і загального рівня підготовки (**M₅**) студента. Так, для кращих студентів достатньо лаконічного викладу НМ, для інших потрібна по-різному деталізована роз'яснювальна інформація. Можна також передбачити вибір рівня деталізації самим студентом.

Адаптивна генерація коментарів. Генерація коментарів – дуже важливий аспект комп'ютерного навчання, який є складовою частиною кількох методів адаптації (інтелектуальний аналіз відповіді, діалогова підтримка розв'язування завдань, розв'язування завдань за зразком). Коментарі генеруються залежно від контексту, враховуючи особистісно-психологічні характеристики студента, які зберігаються в моделі студента **M**.

Інтелектуальний аналіз відповідей. Цей метод адаптації передбачає аналіз відповідей студента, використовуючи інтелектуальні аналізатори з метою розпізнавання не тільки правильних, але й неточних, неповних і неправильних відповідей. Це дає змогу визначити, чого конкретно не знає або не розуміє студент, і генерувати відповідні коментарі-пояснення, а також формувати наступний сценарій діалогу. Отже, для реалізації методу необхідно, по-перше, ретельно дібрати завдання для перевірки знань і вмінь студента, підготувавши коментарі для всіх можливих варіантів відповідей, і, по-друге, розробити інтелектуальний аналізатор.

Насамперед готуються завдання різного рівня складності для перевірки засвоєння кожного поняття, за результатами виконання яких можна однозначно перевірити наявність у студента необхідних знань і/або умінь. Такі завдання

здебільшого відбирають за результатами контрольних робіт і включають в базу знань, що дає змогу студентові отримувати завдання залежно від його рівня підготовки. Варто також передбачити допоміжні питання, які сприятимуть самостійному виконанню завдань студентом у процесі вивчення НМ. Для кожного завдання потрібно підготувати набір еталонних відповідей: правильних, неточних, неповних, неправильних, які уможливають об'єктивне оцінювання відсутності у студентів необхідних знань. Особливу увагу варто приділити підготовці коментарів, які пояснюють кожну неправильну дію студента. Подекуди завдання, а також еталонні відповіді й коментарі можуть генеруватися за допомогою спеціальних засобів, використовуючи базу знань.

Діалогова підтримка прийняття рішень. Завдання методу – забезпечити студентові інтелектуальну допомогу на кожному кроці розв'язання поставленого завдання. Цей метод, отже, пов'язаний, з одного боку, з генерацією адаптивних коментарів, а з іншого – з розробкою сценарію діалогу для вирішення окремої проблеми.

Сценарій діалогу розробляється на основі послідовності окремих понять НМ і відібраних контрольних завдань для однозначного оцінювання засвоєного рівня знань і/або вмінь. Зазвичай, кожен етап діалогу починається з вивчення нового поняття, за яким слідує ряд питань і завдань для закріплення отриманих знань і відпрацювання вмінь. Завершує етап контрольне завдання. Запропонована студентові послідовність питань і відповідей різного рівня складності залежить від виконання цих завдань та інформації, яка зберігається в його моделі **М**. За модель сценарію править граф, вершини якого відповідають завданням, запропонованим учневі, а ребра відображають зв'язки між ними за наявності правильних (Пр), неправильних (Нп) і неточних відповідей (Нт). На рис. 2 зображено такий граф із шістьма завданнями: **В₁** – чергове завдання середнього рівня складності; **В₂**, **В₅**, – завдання, аналогічні завданням **В₁**, **В₃** – допоміжне питання; **В₄** – завдання мінімальної складності, **В₅** – завдання максимальної складності.

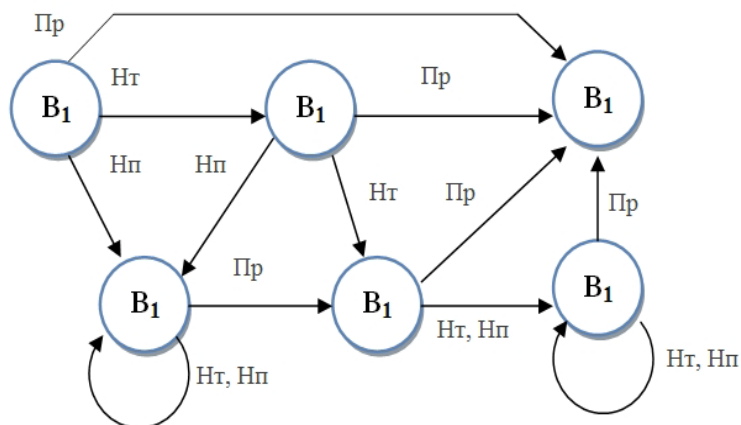


Рис. 2. Приклад сценарію діалогу

Висновки. Для індивідуалізації процесу навчання в навчальних комп'ютерних системах можуть використовуватися різні методи адаптації, реалізація яких ґрунтується на ряді моделей: студента, навчального матеріалу та ін. Табл. 1 демонструє можливість використання методів і моделей на різних рівнях адаптації до студента.

Інтелектуальні НВК вирізняють як властивості адаптивності (адаптація системи до користувача), так і властивості адаптованості (наявна можливість зміни користувачем функціональності і параметрів системи). Ураховуючи основне завдання інтелектуальних НКС – індивідуалізацію навчання, доцільно передусім звернути увагу на властивості адаптивності. В окремих випадках студенти з високим рівнем підготовки можуть вибирати форму подання інформації і визначати послідовність проходження окремих елементів НМ.

Таблиця 1. Рівні, методи і моделі адаптації

№ п/п	Рівень адаптації	Методи адаптації	Використані моделі	Параметри	Реалізація
1.	До студента як категорії користувачів	Адаптивна навігація Адаптивне подання інформації Навчання на прикладах	Модель студента як категорії користувача Модель студента	Вимоги користувача Рівень підготовки Досвід використання	Інтерфейс користувача Коментарі

2.	До групи студентів	Побудова послідовності Адаптивне подання інформації Адаптивна навігація	Модель НМ Модель групи студентів Модель студента	Програма (спеціальність) студента Репрезентативна система Рівень підготовленості	Послідовність ОВ Форма подання інформації Коментарі
3.	До окремого студента	Побудова послідовності Підтримка виконання завдань Адаптивне подання інформації Адаптивна навігація Навчання на прикладах	Модель студента	Аналіз попереднього етапу навчання Рівень підготовленості Здібності до навчання Психологічні характеристики Репрезентативна система	Послідовність ОВ Тип і сценарій діалогу Складність завдань Метод навчання Форма подання інформації

Література

1. Wenger E. Artificial intelligence and tutoring systems. Computational approaches to the communication of knowledge. Los Altos: Morgan Kaufmann, 1987.
2. Breuker J. EUROHELP: Developing intelligent help systems. Final Report on the P280 ESPRIT Project EUROHELP. Brussels: EC, 1990.
3. Зайцева Л.В. Модели и методы адаптации в системах компьютерного обучения // Труды X Всероссийской научно-метод. конференции Телематика 2003. – Том 2. 14 - 17 апреля 2003 г. – Санкт-Петербург : С-ПИТМО, 2003. – С. 502 - 503.
4. Zaitseva L., J.D. Zakis. Course Development for Tutoring and Training Systems in Engineering Education. – USICEE Mediterranean Seminar on Engineering Education. Pavia, Italy, 14-16 September 1997 // Global Journal of Engineering Education, 1997, Vol.1, No.3, p. 333 – 340.
5. Зайцева Л.В., Новицкий Л.П., Грибкова В.А. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ / Под ред. Л.В.Ницецкого. – Рига: “Зинатне”, 1989.
6. Brusilovsky P. Adaptive Educational Systems on the World-Wide- Web: A Review of Available Technologies // Proceedings of Workshop “WWW-Based Tutoring” at the 4th International Conference on Intelligent tutoring Sysstems (ITS’98). San Antonio.
7. Ip A., Morrison I., Currie M. What is a learning object, technically? / [http://users.tpg.com.au/adslfrcf/lo/learningObject\(WebNet2001\).pdf](http://users.tpg.com.au/adslfrcf/lo/learningObject(WebNet2001).pdf)
8. Redeker G.H.J. An Educational Taxonomy for Learning Objects //Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.ICALT 2003. – Athens, Greece, 2003. - P. 250 - 251.

9. Нетушил А.В., Никитин А.В. О методе синтеза учебных программ // Проблемы нейрокибернетики. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1969. – С. 236-243.
10. Zaitseva L., Boule C. Student models in Computer-based Education // Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT 2003. – Athens, Greece, 2003, p. 451.
11. Архипова А.И., Кочубей И.В., Иус Д.В. Концептуальные подходы к созданию учебно-методических комплексов нового поколения // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatarstan, Russia, 2002. - P. 188 - 191.
12. Юсупова Н.И., Тарасова Т.Д., Суханова М.В., Швеппе Х. Репрезентативные системы и психологический тип личности: влияние на мотивацию к обучению // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatarstan, Russia, 2002. - P. 181 - 184.