

УДК 519.683

В.Кір'янов, докт.техн.наук; І.Фільо

*Національний університет водного господарства та природокористування*

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО ДОСЛІДНИЦЬКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВИКЛАДАЧА**

*В статті розглядається процес комп'ютеризованого навчання з елементами дослідницької діяльності з позицій теорії автоматичного управління. Пропонується математична модель адаптивного управління процесом комп'ютеризованого навчання на основі дискретних динамічних систем управління зі зворотним зв'язком. Застосування адаптивного управління в реальному процесі навчання здатне забезпечити підвищення ефективності навчання за критерієм рівня знань, умінь та навичок, що набуває студент протягом певного циклу навчання з використанням сучасних НІТН.*

V.Ciryanov, I.Filo

*National university of water management and nature resources use*

## **MATHEMATICAL ADAPTIVE CASE FRAME BY THE PROCESS OF THE COMPUTERIZED RESEARCH STUDY FOR SUPPORT OF PROFESSIONAL ACTIVITY OF TEACHER**

*The process of the computerized study with the elements of research activity from position of theory of automatic control is examined in the article. A mathematical adaptive case frame by the process of the computerized study on the basis of the discrete dynamic control systems with the feed-back is offered. Application of adaptive control in the real process of study is able to provide the increase of efficiency of study after the criterion of level of knowledge, abilities and skills, that a student during the certain cycle of study with the use of modern NITS acquires.*

У науковій літературі стало аксіоматичним положення про те, що концептуально процес навчання із застосуванням ЕОМ є великою системою керування, а людина, що навчається, є ланкою цієї системи. Фундаментальні наукові праці у зазначеному напрямку належать С.І.Архангельському, Г.М.Александрову, І.О.Високодворському, В.Л. Банкевичу, Т.В. Габай, І.О.Ільїній, О.Я. Савельєву, Л.Т. Турбовичу, І.І. Тихонову, Л.Я. Терещенко, Н.Ф. Тализіній та іншим [1, 2, 3, 4, 5]. Отже, автори тих робіт, у яких навчання розглядається з точки зору кібернетичного підходу, намагалися застосовувати для його опису математичний апарат теорій систем, автоматичного управління, інформації, імітаційного моделювання, алгоритмів, графів та інші. Найбільш широке застосування у практиці моделювання процесу навчання одержала теорія автоматичного управління. При цьому навчання розглядається як один із варіантів циклічного керування з направленим потоком інформації [6].

Під комп'ютеризованим дослідницьким навчанням будемо розуміти процес передачі й засвоєння знань, умінь і творчих навичок, що здійснюється під управлінням викладача опосередковано, в спеціалізованому навчальному середовищі, створеному на основі сучасних психолого-педагогічних та інформаційних технологій. При такому виді навчання викладачем здійснюється використання комп'ютерної техніки, як значущого засобу навчання.

Розглянемо, з позицій теорії автоматичного управління, процес комп'ютеризованого дослідницького навчання, у вигляді замкненої дискретної динамічної системи управління зі зворотним зв'язком. Така складна система саморегулюється, при цьому управління та регулювання забезпечують їй стійке функціонування. Управління навчальною діяльністю набагато складніше від будь-якої

технічної системи, оскільки процес навчання – це недестермінована система, в якій процеси посягають імовірнісний, нечіткий характер.

Отже, розглянута авторами система складається з підсистеми «студент – ЕОМ» та підсистеми «викладач», що взаємодіють між собою в реальному часі у двох режимах: 1) подачі навчальної інформації та навчальних впливів до тих, хто навчається; 2) тестування, коли студент, що навчається, відповідає на запитання. Підсистема «викладач» виконує адаптивне управління процесом навчання, керує взаємодіями в системі «студент – ЕОМ», визначає місце комп'ютера в системі та є управляючим суб'єктом (УС). Підсистема «студент – ЕОМ» відображає процеси виконання студентом різних навчальних завдань з використанням ЕОМ та є об'єктом управління (ОУ).

Початковий стан дискретної динамічної системи управління  $I_{OU}^k(p_{30}^k, p_{31}^k, g^k)$  фіксований, характеризується початковим рівнем знань студента  $p_{30}^k$  з дисципліни, що вивчається, та з інформаційних технологій  $p_{31}^k$ , інтелектуальними здібностями  $g^k$  (якісний показник) для реалізації процесу комп'ютеризованого дослідницького навчання. Тут індекс  $k$  відповідає  $k$ -му студенту з групи і приймає значення  $k = \overline{1, m}$ , де  $m$  – кількість студентів у групі. Далі на основі отриманих значень  $p_{30}^k$ ,  $p_{31}^k$  та  $g^k$  індивідуально для кожного студента визначається його статус  $s^k(i) = K_s(p_{30}^k, p_{31}^k, g^k)$  на  $i$ -му етапі процесу навчання. Коефіцієнт передачі  $K_s$  являє собою, як правило, частково – неперервну функцію, в результаті чого статус  $s^k(i)$  приймає дискретні значення. В результаті із тих, хто навчається, формуються підгрупи – кластери, усередині яких студенти мають однаковий статус. Важливим є те, що статус студента при переході з одного етапу навчання до іншого може змінюватись, тому підсистема «викладач» виконує одночасно функції адаптера для підбору системи навчальних впливів (учбових задач) диференційовано для кожного студента, в межах кластера, та інтелектуального регулятора.

Інформаційний потік, направлений від підсистеми «викладач» до підсистеми «студент – ЕОМ», є дискретним сигналом, який повинен бути сприйнятий студентом, представляється трьома величинами:

$$I_{UC}^k(i, q^k) = \{L^k(i), W^k(i, q_w^k), P^k(i, q_p^k)\}, \quad (1)$$

де  $L^k(i)$  – компонента інформаційного потоку  $I_{YO}^k$ , що відображає лекційні заняття, які є загальними для всіх студентів;  $W^k(i, q_w^k)$  – навчальний вплив на систему «студент – ЕОМ» у вигляді лабораторних робіт того чи іншого об'єму, що пред'являються індивідуально кожному студенту на  $i$ -му етапі процесу навчання;  $P^k(i, q_p^k)$  – навчальний вплив у вигляді практичних робіт;  $q_w^k = s^k(i)K_w$ ,  $q_p^k = s^k(i)K_p$  – міри складності лабораторних та практичних завдань відповідно, що пропонуються  $k$ -му студенту в підгрупі зі статусом  $s^k(i)$  на  $i$ -му етапі навчання.

В результаті виконання учбових занять студент отримує певний рівень знань, що у вигляді інформаційного потоку  $I_{OU}^k(i)$  поступає від підсистеми «студент – ЕОМ» до підсистеми «викладач» і також має три складові:

$$I_{OU}^k(i) = \{P^k_{3L}(i), P^k_{3W}(i) + \Delta P^k_{3W}(i), P^k_{3P}(i) + \Delta P^k_{3P}(i)\}, \quad (2)$$

де  $P^k_{3L}(i)$  – рівень знань студента, що отримані після прослуховування лекційних занять; уміння і навички з дисципліни  $P^k_{3W}(i)$  та додаткові уміння і навички з

інформаційних технологій  $\Delta P^k_{\text{ин}}(i)$ , що студент набуває під час виконання лабораторних робіт з елементами дослідницької діяльності; уміння і навички з дисципліни  $P^k_p(i)$  та додаткові уміння і навички з інформаційних технологій  $\Delta P^k_{\text{ин}}(i)$ , що студент набуває під час виконання практичних робіт.

На основі даних інформаційного потоку  $I_{\text{ОУ}}^k(i)$  та статусу студента  $s^k(i)$  підсистема «викладач», відповідно до поставленої мети, приймає рішення індивідуально для кожного студента про організацію його навчання на  $i$ -му етапі. Визначаючи тип організації процесу комп'ютеризованого дослідницького навчання, підсистема «викладач» стає інтелектуальним регулятором, оскільки в ній контролюється дія та стан системи, приймаються рішення щодо функцій і місця комп'ютера у цьому процесі. В результаті об'єднання отриманих вище моделей (1) і (2), що забезпечують цілеспрямовану організацію процесу комп'ютеризованого дослідницького навчання індивідуально для кожного студента, отримаємо замкнену дискретну систему управління, представлену на Рис.1.

Будемо вважати, що закон зміни станів системи, тобто процес комп'ютеризованого дослідницького навчання, здійснюється під дією порцій інформації та управляючих впливів. Таким чином, математична модель дискретної динамічної системи управління матиме вигляд:

$$I_{\text{ОУ}}^k(i+1) = f(i, I_{\text{ОУ}}^k(i), I_{\text{УС}}^k(i)), \quad i = \overline{0, n}. \quad (3)$$

При цьому, стан системи  $I_{\text{ОУ}}^k(i+1)$  характеризується не тільки порцією навчальної інформації  $I_{\text{УС}}^k(i)$ , але й визначенням рівнем знань на попередньому етапі навчання  $I_{\text{ОУ}}^k(i)$ .

Тоді, процесом комп'ютеризованого дослідницького навчання будемо називати пару функцій:

$$P = (I_{\text{ОУ}}^m(i), I_{\text{УС}}^m(i)). \quad (4)$$

Мета навчання  $M$  (як мета управління процесом навчання студентів) в умовах НІТН може бути представлена у вигляді системи:

$$M : \begin{cases} I^k_{\text{ОУ}}(i) \geq Q \\ I^k_{\text{УС}}(i, q^k) \rightarrow \text{opt} \\ T_a \rightarrow \min, \end{cases} \quad (5)$$

де  $Q$  – показник засвоєння знань, набутих умінь та навичок студентом відповідно до встановлених вимог;  $T_a$  – час, відведений на навчання.

Отже, мета навчання  $M$  полягає в тому, що отриманий рівень знань, умінь і навичок студента повинен бути не меншим заданого рівня відповідно до вимог, система навчальних впливів підсистеми «викладач» на підсистему «студент - ЕОМ» повинна бути оптимальною, час, відведений на навчання, мінімальним. При нормативному підході до організації навчального процесу, задача підвищення його ефективності зводиться до задачі оптимізації процесу навчання. Тобто шукається оптимальний процес з передачі максимуму знань при обмежених ресурсах. НІТН підвищують ефективність процесу навчання тільки в тому випадку, якщо якість апаратного та програмного забезпечення відповідає психофізіологічним та інтелектуальним особливостям студентів, а також дотримано оптимальний режим роботи студентів з комп'ютерами.

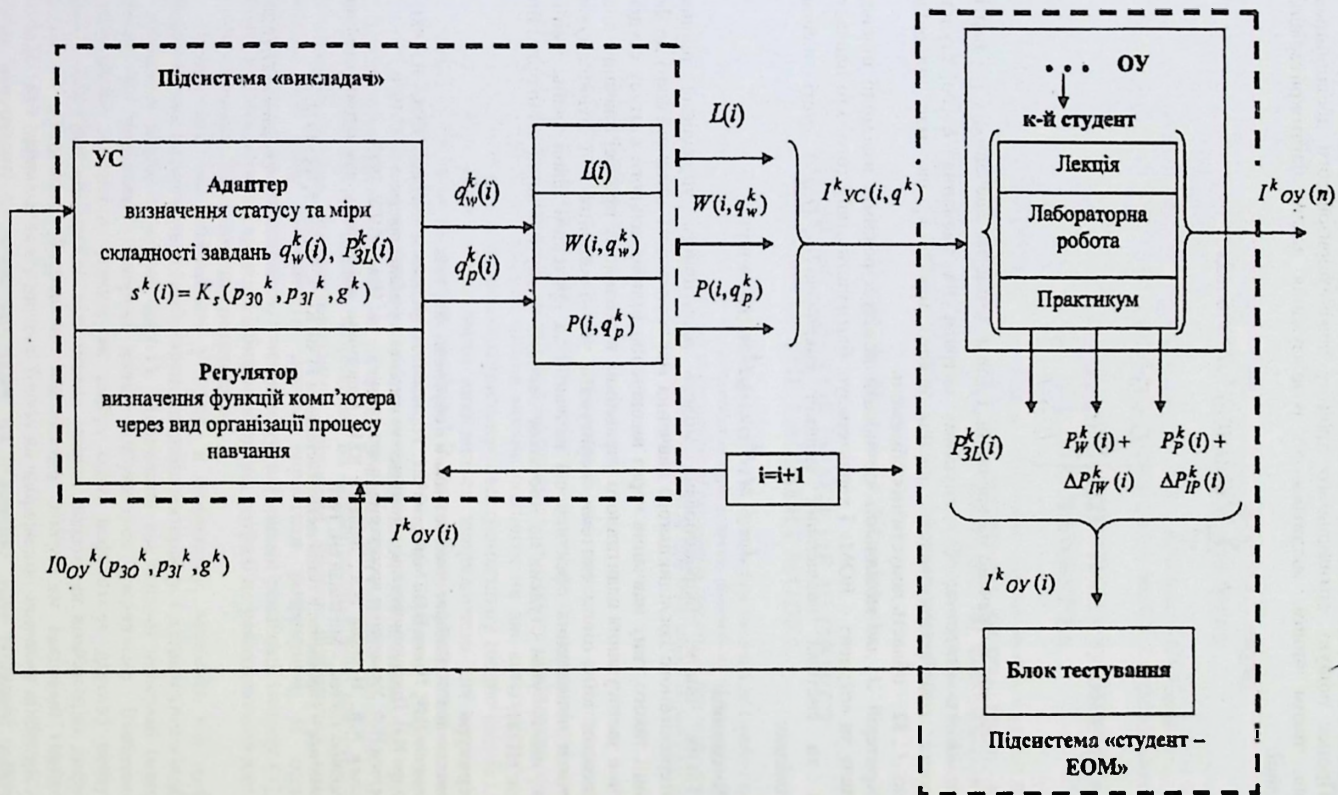


Рисунок 1 – Структурна схема адаптивної моделі управління процесом комп'ютеризованого дослідницького навчання

Процес пошуку оптимального процесу комп'ютеризованого дослідницького навчання, таким чином, зводиться до розв'язування задачі багатокритеріальної оптимізації:

$$F = \sum_{i=1}^n I_{OY}^k(i, I_{OY}^k, T^k) \rightarrow \max;$$

$$\Omega: \begin{cases} T_e \leq T_d \\ \sum_{k=1}^m C_k \leq C, \\ P \rightarrow J \end{cases} \quad (6)$$

де  $T_e, T_d$  – час, що витрачено на навчання, і допустимий час навчання;  $C_k$  – вартість навчання  $k$ -го студента;  $C$  – допустимі витрати на навчання  $k$ -го студента;  $P$  – процес комп'ютеризованого дослідницького навчання, що має відповідати критерію  $J$ ;  $\Omega$  – область допустимих обмежень.

Критерій  $J$  дає можливість оцінювати кожен з режимів взаємодії підсистем «викладач» та «студент – ЕОМ» і характеризує: близькість стану того, хто навчається  $I_{OY}^k(i)$  та системи навчальних впливів викладача  $I_{YO}^k(i, q^k)$  меті навчання  $M$  відповідно:

$$J = f(M, I_{OY}^k(i), I_{YC}^k(i)) \rightarrow \min. \quad (7)$$

### Висновки

Таким чином, запропонована модель адаптивного управління процесом комп'ютеризованого дослідницького навчання має властивість інваріантності до форм організації такого типу навчання через визначення індивідуального статусу студента. Практичне застосування адаптивного управління в реальному процесі навчання здатне контролювати дії і стани системи, коригувати усі відхилення в її функціонуванні, забезпечити підвищення ефективності навчання за критерієм рівня знань, умінь та навичок, що набуває студент на протязі певного циклу навчання з використанням сучасних НІТН.

### Література

1. Архангельский С.И. Кибернетические аналоги в обучении. – М., 1968.
2. Терещенко Л.Я., Панов В.П., Майоркин С.Г. Управление обучением с помощью ЭВМ. – Л., 1981.
3. Тихонов И.И. Программирование и технические средства в учебном процессе. – М., 1970.
4. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: Изд-во МГУ, 1975.
5. Савельев А.Я., Новиков В.А., Любанок Ю.И. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем. – М.: Высш.шк. 1986.
6. Автоматика и управление в технических системах: в 11 кн. Кн. 4, 41; Кн. 5, 42.; 1972.

Одержано 21.11.2006 р.