



## МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ, ПРОБЛЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

УДК 504.052

### ФРАКТАЛЬНІ «ПОРТРЕТИ» СТРУКТУР КОЛЕКТИВНИХ ЗАЛИШКОВИХ ЗНАНЬ

**В.В. ЯСІНСЬКИЙ**

Встановлено, що з плином часу колективні знання трансформуються в деяку стійку інформаційну структуру фрактальної конфігурації, яку можна інтерпретувати як деякий фазовий «портрет» структури колективних залишкових знань. Дослідження базується на системному узагальненні результатів багаторічного комплексного моніторингу якості навчального процесу в НТУУ «КПІ».

#### ВСТУП

Однією з найважливіших задач вищої школи є вивчення закономірностей процесу довгострокового зберігання знань, накопичених студентами під час їх навчання, оскільки саме розуміння природи вторинного (відстроченого) відтворення накопичених знань є невід'ємною складовою побудови такої стратегії підготовки людського капіталу, яка б гарантувала якісні і стійкі залишкові знання протягом достатньо великих проміжків часу [2, 6 – 9].

Відсутність цільової орієнтації сучасних освітніх систем на виклики типу: «Що буде з накопиченими знаннями за далеким часовим горизонтом?», «Якими будуть їх рівень і якість?» т.ін. може мати очевидні негативні наслідки. Адже знання людей, що навчаються, — це продукт, який замовляє суспільство, і його цікавлять не лише інтегральні показники, що характеризують цей продукт на момент сходження з «технологічного конвейера», а й інші, не менш важливі, показники, такі, наприклад, як гарантія якості продукту, термін придатності його до використання і под. Звичайно, пошук відповідей на ці питання лежить в багатьох площинах, але відправною точкою всіх досліджень має бути системне вивчення на основі цілісного підходу самого механізму відстроченого відтворення людиною знань, накопичених нею в процесі цілеспрямованого і організованого навчання.

У даній роботі на основі аналізу результатів періодичного моніторингу якості залишкових знань студентів НТУУ «КПІ» вивчається залежність відтворення якості довгострокового зберігання окремих квантів навчальної інформації, накопиченої великими групами студентів, залежно від місця цих квантів у структурах відповідних інформаційних потоків [7, 8].

## ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Залишковими знаннями (частиною структури знань) будемо вважати об'єм інформації, якою володіє індивідуум у певній сфері знань у фіксований момент часу. Залишковими навчальними знаннями — об'єм навчальної інформації, співвіднесений з освітніми стандартами, навчальними планами і програмами, що зберігається в пам'яті студента на фіксований момент часу і реалізується в процесі його професійної діяльності.

Оцінювання міри відтворення студентами накопиченої навчальної інформації визначаємо на основі кваліметричного підходу до вимірювання педагогічних показників [1, 4, 5].

Введемо позначення:

1.  $[0; T]$  — проміжок часу, впродовж якого кожному студентові  $\alpha_i$  групи  $A \triangleq \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N\}$  в установленому порядку передаються деякі знання (навчальна інформація)  $\mathcal{K}(\mathcal{D})$ , що відповідають навчальній дисципліні  $\mathcal{D}$ .

2.  $\omega(0; T) \triangleq \{\tau_i\}_{i=0, \overline{n}} : 0 = \tau_0 < \tau_1 < \dots < \tau_{n-1} < \tau_n = T$ .

3.  $\mathcal{J}(\tau_{i-1}; \tau_i)$  — квант навчальної інформації  $\mathcal{K}(\mathcal{D})$ , яка передається на інтервалі часу  $[\tau_{i-1}; \tau_i] \subset [0; T]$  кожному студентові  $\alpha_i \in A$ ,  $0 \leq \tau_{i-1} < \tau_i \leq T$ .

4.  $\Phi(\mathcal{K}(\mathcal{D}); \omega([0; T])) \triangleq \{\mathcal{J}(\tau_{i-1}; \tau_i)\}_{i=1, \overline{n}}$  — навчальний інформаційний потік, породжений парою  $(\mathcal{K}(\mathcal{D}); \omega(0; T))$ .

5.  $\sigma_0(\mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i))$  — об'єм (міра) кванта навчальної інформації  $\mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i)$ .

6.  $\sigma(\tau, \alpha_k, \mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i))$  — об'єм (міра) відтвореного кванта  $\mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i)$  студентом  $\alpha_k$  на момент часу  $\tau > T$ .

7.  $\mathbf{w}(\tau, A; \mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i)) = \frac{\sum_{k=1}^n \sigma(\tau, \alpha_k; \mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i))}{n \sigma_0(\mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i))}$  — усереднений коефіцієнт

колективного відтворення кванта  $\mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i)$  групою студентів  $A$  в момент часу  $\tau > T$

$$(0 \leq \mathbf{w}(\tau, A; \mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i)) \leq 1).$$

Визначимо на  $[0; T]$  функцію  $P(t; \tau; A; \Phi(\mathcal{K}(\mathcal{D}); \omega(0; T)))$  пріоритетності колективного збереження групою  $A$  на момент часу  $\tau > T$  квантів інформаційного потоку  $\Phi(\mathcal{K}(\mathcal{D}); \omega([0; T]))$  таким чином:

$$P(t; \tau; A; \Phi(\mathcal{K}(\mathcal{D}); \omega(0; T))) = \sum_{i=1}^n \eta(t; \tau; A; \mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i)),$$

$$\text{де } \eta(t; \tau; A; \mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i)) = \begin{cases} \mathbf{w}(\tau, A; \mathcal{J}(\tau_{i-1}, \tau_i)), & t \in (\tau_{i-1}, \tau_i), \\ 0, & t \notin (\tau_{i-1}, \tau_i). \end{cases}$$

Метою роботи є вивчення функції

$$P(t; \tau; A; \Phi(\mathcal{K}(\mathcal{D}); \omega(0; T)))$$

на основі результатів, отриманих при проведенні системних педагогічних експериментів.

## ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ЙОГО НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ СУПРОВОДЖЕННЯ

Основною формою проведення системних досліджень природи накопичення та дисипації знань [3] є періодичний моніторинг якості залишкових знань студентів четвертого та п'ятого курсів багатьох спеціальностей НТУУ «КПІ».

Кожного семестру моніторингом охоплюється близько чотирьох тисяч студентів четвертих-п'ятих курсів 139 спеціальностей НТУУ «КПІ».

Сформовано банк завдань кваліметричної діагностики залишкових знань більш ніж із 1200 навчальних дисциплін, представлених блоками фундаментальних, гуманітарних, професійно орієнтованих та фахових дисциплін.

Достовірність основних узагальнень і висновків проведених досліджень забезпечувалась тим, що на всіх етапах отримання та обробки результатів педагогічного експерименту використовувались методи педагогічної кваліметрії, апарат математичної статистики та репрезентативні матеріали, а відбір і структурування діагностичних матеріалів базуються на тезаурусному підході [1, 3–5].

## ОСНОВНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Існують такі експериментально стійкі числа  $L_0(\cdot)$ ,  $\{t_k^*\}_{k=0,5}$ ,  $\{t_{k,m}^*\}_{m=0,5, k=0,5}$ ,

інваріантні відносно всіх параметрів досліджуваного процесу:

- 1)  $L_0(\cdot) \in (0; \sigma_0(\mathcal{K}(\mathcal{D})))$ ;
- 2)  $0 = t_0^* < t_1^* < \dots < t_4^* < t_5^* = T$ ;
- 3)  $t_{k-1}^* = t_{k,0}^* < t_{k,1}^* < \dots < t_{k,4}^* < t_{k,5}^* = t_k^*$ ;
- 4)  $d(t_0^*, t_1^*): d(t_1^*, t_2^*): \dots : d(t_4^*, t_5^*) = d(t_{k,0}^*, t_{k,1}^*): d(t_{k,1}^*, t_{k,2}^*): \dots : d(t_{k,4}^*, t_{k,5}^*)$ ,

що для достатньо великих  $N$  і всіх  $\tau > \tau^*$  мають місце нерівності

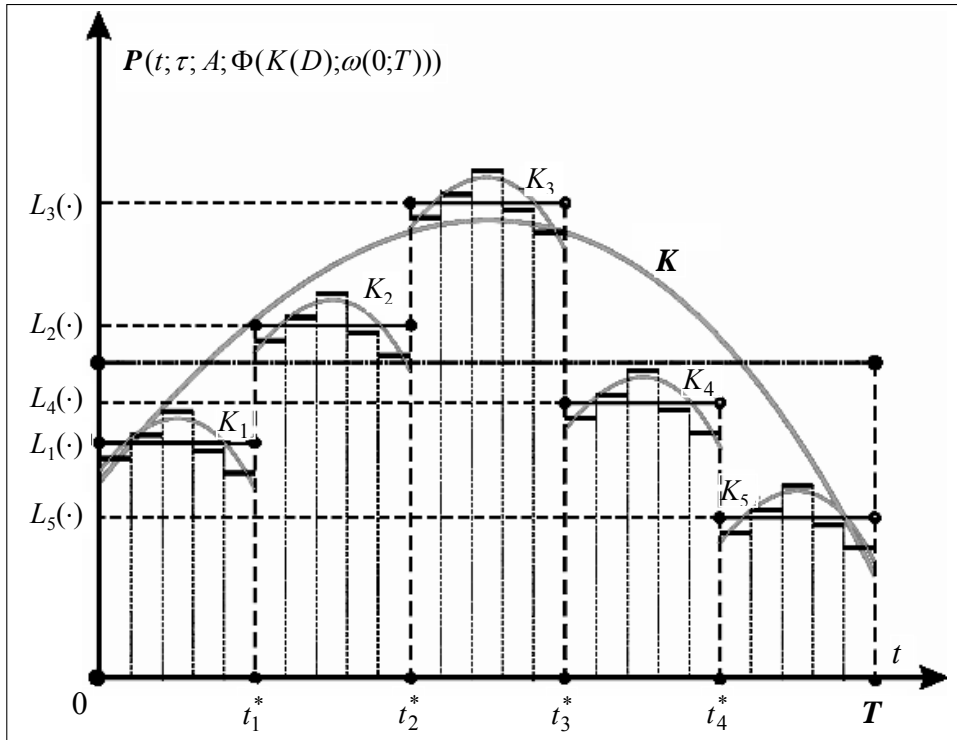
$$\begin{aligned} L_3(\cdot) &= \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_2^*, t_3^*)) > L_2(\cdot) = \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_1^*, t_2^*)) > L_4(\cdot) = \\ &= \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_3^*, t_4^*)) > L_1(\cdot) = \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_0^*, t_1^*)) > L_5(\cdot) = \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_4^*, t_5^*)), \\ L_{3,k}(\cdot) &= \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_{2,k}^*, t_{3,k}^*)) > L_{2,k}(\cdot) = \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_{1,k}^*, t_{2,k}^*)) > \\ &> L_{4,k}(\cdot) = \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_{3,k}^*, t_{4,k}^*)) > \end{aligned}$$

$$> L_{1,k}(\cdot) = \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_{0,k}^*, t_{1,k}^*)) > L_{5,k}(\cdot) = \mathcal{W}(\tau, A; \mathcal{J}(t_{4,k}^*, t_{5,k}^*)), k = \overline{1,5},$$

де  $\tau^* : \mathcal{W}(\tau^*, A; \mathcal{K}(\mathcal{D})) = L_0(\cdot)$ .

### ГЕОМЕТРИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Із сказаного вище слідує, що з плином часу колективні знання трансформуються в деяку стійку інформаційну структуру фрактальної конфігурації (рисунок), яку можна інтерпретувати як деякий фазовий «портрет» структури колективних залишкових знань. (Велика  $\mathcal{K}$  та малі ( $\mathcal{K}_i, i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) хвилі відповідають пріоритетності збереження квантів інформаційного потоку  $\Phi(\mathcal{K}(\mathcal{D}); \omega([0; T]))$ .)



Схематичне зображення функції  $P(t; \tau; A; \Phi(\mathcal{K}(\mathcal{D}); \omega(0; T)))$  в області стійкості ( $\tau > \tau^*$ ) структури колективних залишкових знань

### ВИСНОВКИ

1. Пріоритетність довгострокового зберігання інформаційних квантів однозначно визначається їх місцем у відповідному інформаційному потоці.
2. З плином часу колективні знання трансформуються в деяку стійку інформаційну структуру фрактальної конфігурації, яку можна інтерпретувати як деякий фазовий «портрет» структури колективних знань.

3. Підвищення об'єктивності в оцінці рівня засвоєння знань студентами вищих навчальних закладів можливе за рахунок виявлення в них такої структурної компоненти, як залишкові знання, а ефективність діагностики рівня засвоєння знань можна підвищити за рахунок використання системного підходу та кваліметричних технологій, узгоджених із моделлю спеціаліста і вимогами освітніх стандартів.

4. Виявлені закономірності можуть бути використані при оптимізації побудови навчальних курсів, а також при створенні науково-методичних засад моніторингу якості підготовки фахівців у вищих навчальних закладах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Аванесов В.С.* Научные проблемы тестового контроля знаний. — М.: Исслед. центр, 1994. — 135 с.
2. *Аткинсон Р.* Человеческая память и процесс обучения / Пер. с англ. — М.: Прогресс, 1980. — 528 с.
3. *Згуровський М.З., Панкратова Н. Д.* Основи системного аналізу. — Київ: Видавнича група ВНУ, 2007. — 544 с.
4. *Нейман Ю.М., Хлебников В.А.* Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. — М.: Прометей, 2000. — 168 с.
5. *Черепанов В.С.* Экспериментальные оценки в педагогических исследованиях. — М.: Педагогика, 1989. — 152 с.
6. *Якунин В.А.* Обучение как процесс управления. Психологические аспекты. — Л.: ЛТУ, 1988. — 160 с.
7. *Ясінський В.В.* Матеріали семи турів комплексного моніторингу якості підготовки фахівців в НГУУ «КП»: осінь'2005, весна'2006, осінь'2006, весна'2007, осінь'2007, весна'2008, осінь'2008. — Київ: ВПІ ВПК «Політехніка», 2009. — 84 с.
8. *Ясінський В.В.* Системне моделювання процесів накопичення і дисипації знань // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2007. — № 3. — С. 111–121.
9. *Ясінський В.В.* Циклічне самовідновлення системи знань людини за умов їх пасивної дисипації // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2008. — № 2. — С. 110–114.

Надійшла 22.04.2009