

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНИХ ПОНЯТІЙНИХ СХЕМ ІЄРАРХІЧНОГО ТИПУ МЕТОДАМИ СТАТИСТИКИ

Анотація. Проведені статистичні дослідження часових закономірностей формування структури знань ієрархічного типу у великих груп студентів. Впроваджувалась ідея покращення ефективності навчання завдяки застосуванню завдань на конструювання понятійних схем ієрархічного типу. Була розроблена оригінальна тренінгова програма для автоматизації навчальних дій та для експериментальних досліджень цього процесу. В процесі дослідження аналізувались розподіли часу, витраченого студентами на побудову понятійних ієрархій. Показано, що ці розподіли добре апроксимуються сумою нормальних кривих, що зміщені одна відносно одної по шкалі часу. Кожний окремих нормальний контур представляв собою окремих рівень сформованості понятійних схем. В кожній наступній спробі виконання завдання експериментальний розподіл змінював свою форму. Показано, що процес формування знань великими групами студентів може бути представлений через оригінальний механізм "перекачки" площ від нормальних контурів довготривалого виконання до контурів швидкісного виконання завдань. Саме цей механізм пояснює зміну форми експериментального розподілу. Для інтегральних оцінок в тенденціях зміні форми контурів розподілів часу, витраченого студентами на побудову понятійних ієрархій, був використаний модифікований статистичний метод моментів. Оригінальність підходу полягала в тому, що на відміну від стандартного методу моментів пропонувалось розглядати не окремі інтегральні характеристики, а їх залежності від номеру спроби. Розглядались трансформації форми експериментального розподілу від спроби виконання завдання через залежності від номеру спроби: центру ваги розподілу, його дисперсії, асиметрії та гостровершинності. Запропонована математична апроксимація процесу зміни положення центру ваги розподілу. Показано, що тенденція трансформації експериментального контуру розподілу наступна. Центр ваги розподілу плавною кривою рухається в бік швидкісного виконання завдань, дисперсія зменшується, форма розподілу наближається до нормальної. Нормальна форма експериментального розподілу вказує на завершення процесу формування структури знань.

Ключові слова. пізнавальна схема, пізнавальна структура, ієрархічна понятійна конструкція, статистичні розподіли, метод моментів.

Holovin Mykola, Holovina Nelia. Research of cognitive conceptual schemes of hierarchical type regularities formation by means of statistical methods.

The statistical research of time regularities of the hierarchical type knowledge structure formation in large groups of students has been carried out. The idea of improvement of the effectiveness of learning through the usage of conceptual problems in constructing hierarchical type conceptual schemes is implemented. The original training program for teaching activities automatization and for experimental researches of this process as well, was developed. In the studying process the distribution of time spent by students to build conceptual hierarchies was analyzed. It is shown, that these distributions are well approximated by the sum of normal curves, which are shifted relatively to each other on the timeline. Every individual normal circuit presented a separate level of development of conceptual schemes. In every next attempt of task completion the experimental division changed its form. It is shown that the knowledge formation process of large groups of students can be represented by the original mechanism of "swapping" of areas of normal contours of long-term performance to the high-speed circuits of tasks performing. This mechanism explains the change in shape of the experimental distribution. A modified statistical method of moments was used for integrated assessments in the trends changing the shape of the contours distribution of time spent by students to build a conceptual hierarchy. The originality of the approach was that in contrast to the standard method of moments, it was proposed not to consider some integral characteristics, and their dependence on number of attempt. The transformation of the form of the experimental distribution over time depending on the attempt of task fulfillment, depending from the number of attempt: center of gravity, its distribution, asymmetry and sharpness of the top were analyzed. The mathematical approximation process of the changes in the position of the center of gravity distribution is proposed. It is shown that the trend of transformation of the experimental distribution contour is the following. The center of gravity as a distribution curve smoothly moves toward high-speed tasks, the dispersion decreases, the form of distribution is close to normal. The normal form of the experimental distribution indicates the completion of the structure of knowledge formation.

Key words: cognitive scheme, cognitive structure, hierarchical cognitive concept, statistical distributions, method of moments.

ГОЛОВИН Н.Б., ГОЛОВИНА Н.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОНАВАТЕЛЬНЫХ ПОНЯТИЙНЫХ СХЕМ ИЕРАРХИЧЕСКОГО ТИПА МЕТОДАМИ СТАТИСТИКИ

Аннотация. Проведенные статистические исследования временных закономерностей формирования структуры знаний иерархического типа больших групп студентов. Внедрялась идея повышения эффективности обучения благодаря применению задач на конструирование понятійных схем иерархического типа. Была

разработана оригинальная тренинговая программа для автоматизации учебных действий и для экспериментальных исследований этого процесса. В процессе исследования анализировались распределения времени, затраченного студентами на построение понятийных иерархий. Показано, что эти распределения хорошо аппроксимируются суммой нормальных кривых, смещенных друг относительно друга по шкале времени. Каждый отдельный нормальный контур представлял собой отдельный уровень сформированности понятийных схем. В каждой следующей попытке выполнения задания экспериментальное распределение меняло свою форму. Показано, что процесс формирования знаний большими группами студентов может быть представлен через оригинальный механизм "перекачки" площадей от нормальных контуров длительного выполнения к контурам скоростного выполнения задач. Именно этот механизм объясняет изменение формы экспериментального распределения. Для интегральных оценок в тенденциях изменения формы контуров распределений времени, затраченного студентами на построение понятийных иерархий, был использован модифицированный статистический метод моментов. Оригинальность подхода заключалась в том, что в отличие от стандартного метода моментов предлагалось рассматривать не отдельные интегральные характеристики, а их зависимости от номера попытки. Рассматривались трансформации формы экспериментального распределения от попытки выполнения задания через зависимости от номера попытки: центра тяжести распределения, его дисперсии, асимметрии и островершинности. Была предложена математическая аппроксимация изменения положения центра тяжести распределения. Показано, что тенденция трансформации экспериментального контура распределения следующая. Центр тяжести распределения плавной кривой движется в сторону скоростного выполнения задач, дисперсия уменьшается, форма распределения приближается к нормальной. Нормальная форма экспериментального распределения указывает на завершение процесса формирования структуры знаний.

Ключевые слова. познавательная схема, познавательная структура, иерархическая понятийная конструкция, статистические распределения, метод моментов

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ

Практична навчальна діяльність у сфері інформатики відбувається стосовно складних, добре формалізованих штучних об'єктів. Серед таких об'єктів можна назвати, зокрема такі, як: програми, бази даних, електронні таблиці, комп'ютерні мережі, обчислювальні системи. Діяльність первинна в цій сфері. Вона формує процеси сприйняття; спосіб диференціації та структурування знань; особливості зв'язків у понятійній сфері; методологію дій, як розумових, так і матеріалізованих. Число компонентів ментальних дій тут, навіть в навчальних завданнях, часто значно перевищує ту кількість, яку можна утримувати в полі уваги. Людина змушена у процесі інтелектуальної роботи масштабувати поняттями, не виходячи в процесі ментальних дій за межі магічного числа Міллера 7 ± 2 [1]. Саме це число характеризує об'єм короткочасної пам'яті людини, поле її уваги і об'єм матеріалу, що може бути усвідомлений одномоментно. Навчальні дії поступово формують в довготривалій декларативній пам'яті відображення об'єкту навчання - пізнавальну схему. Ця схема усвідомлюється тільки частинами, формується в процесі багатократного переводу уваги та абстрактно-логічного масштабування поняттями. Пізнавальна схема

об'єкту навчання є частиною пізнавальної структури людини. В навчальних процесах, що стосуються сучасних технологій, існує проблема швидкого і якісного формування цілісних, несуперечливих, деталізованих структур знань великого розміру. Крім того існує проблема діагностики навчальних процесів великих груп учнів. Окреслені вище проблеми технологічного рівня тому в сфері природничих наук вони мають глобальне для освітнього процесу значення.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІЗ ЦЬОЇ ПРОБЛЕМИ

У дослідженнях когнітивної психології (Ф. Бартлетт, С. Палмер, У. Найссер, Э. Рош, М. Минський, Б. Величковський і ін.) [2] впроваджується домінуюча думка про те, що інтелектуальна діяльність детермінується структурною організацією пізнавальної сфери. Жодна з когнітивних структур ніколи не є радикально новою, кожна є модифікацією попередньої в часі конструкції. Когнітивні структури еволюціонують в режимі їх диференціації [3], і як наслідок вони часто утворюють ієрархічні конструкції.

Актуальною проблемою є розробка програмних засобів для підтримки навчальних процесів, в яких реалізується навчальне абстрактно-логічне масштабування понятійними одиницями. Останнє досягається у процесі конструювання зв'язаних понятійних ієрархій [4].

3. ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ ТА ЗАВДАНЬ СТАТТІ

Метою статті є дослідження закономірностей формування пізнавальних понятійних схем ієрархічного типу методами статистики.

Завдання статті.

- Аналіз психологічного механізму перенесення уваги, що пов'язаний з виконанням завдань на конструювання ієрархічних понятійних структур.
- Експериментальні та модельні дослідження трансформації форми контуру розподілу часу виконання завдань, що відбувається в процесі навчання групи.
- Аналіз психологічної сутності розглянутих математичних моделей.

4. МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ

4.1. Програмні засоби для дослідження пізнавальних процесів

Була розроблена оригінальна навчальна програма, що підтримує конструювання понятійних ієрархій. Вікно для виконання завдань в цій програмі представлено на рис.1. Інтерфейс цього вікна складається з двох частин. З лівої сторони знаходиться панель для побудови понятійної ієрархії, а з правої - панель з

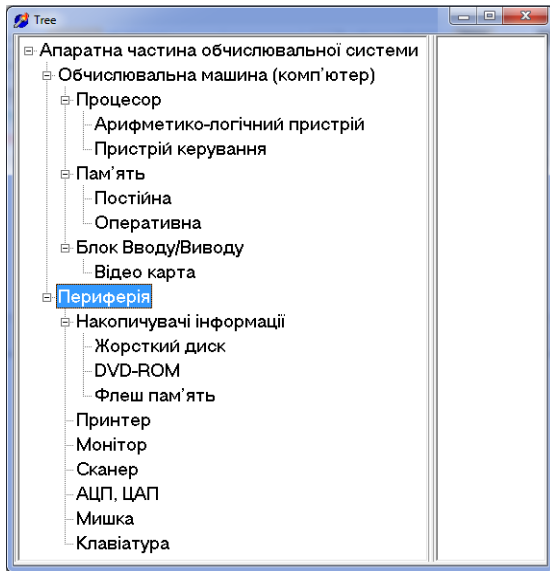


Рис.1. Інтерфейс початкової програми. Завдання виконано.

компонентами для конструювання.

На початковому етапі виконання завдання панель зліва містить тільки кореневий елемент дерева, котрий задає предметну область, а панель справа - список компонентів конструювання, доступний через відповідну смугу прокрутки. Порядок слідування окремих елементів у списку випадковий.

Виконання завдання полягає у побудові деревовидної структури шляхом переміщення компонентів справа наліво. Перевіряється тільки наявність окремих гілок дерева, а порядок їх слідування неважливий. В якості змістовного наповнення завдань була використана структура обчислювальної системи.

Ієрархічні структури добре масштабуються. При проектуванні завдань на конструювання гілки понятійного дерева можна згорнути і розгорнути на свій розсуд, не втрачаючи змістовної цілісності, але регулюючи при цьому кількість елементів у структурі. Останнє важливо для реалізації однорідних за складністю і кількістю дій пакетів завдань.

Великий розмір базової для завдань понятійної ієрархії дозволяє утворювати десятки завдань навколо однієї деревоподібної структури, масштабуючи її.

Інтерфейс програми забезпечує швидкі маніпуляції в ньому. Доступні перетаскування мишею окремих компонентів між деревом і списком, всередині списку, в межах дерева. В межах дерева існує можливість перенесення цілих гілок дерева. Кількість перетаскувань, необхідних для виконання окремого завдання,

приблизно однакова по всьому пакету. Максимальне пришвидшення маніпуляцій впродовж виконання завдання дозволяє акцентуватися на інтелектуальних діях.

Однорідність завдань. Завдання в пакеті були рівноцінні за складністю та кількістю необхідних для виконання дій. Кількість дій в цих завданнях корелює з кількістю елементів конструювання. Всі завдання в пакеті мали по 20 компонентів. Складність окремого завдання залежить від міри вкладеності окремих компонентів. У кожному завданні було чотири компоненти, що мали глибину вкладень чотири (рис.1).

4.2. Механізм перенесення уваги, що пов'язаний з виконанням завдання

Кожен з компонентів, що включає в свій склад інші компоненти, формує свою змістовну складову, а значить спричинює локалізацію уваги на собі. Локалізація уваги спричинює усвідомлення відповідних понятійних одиниць та їх зв'язків. Початковий етап виконання завдання, пов'язаний з понятійною одиницею "апаратна частина обчислювальної системи". Цей компонент складається з "обчислювальної машини" і "периферії". Саме ці три компоненти заповнюють поле уваги на початку виконання завдання.

Наступне заповнення поля уваги може бути таким: "обчислювальна машина", "процесор", "пам'ять", "блок вводу/виводу". Далі в полі уваги може опинитись: "процесор", "арифметико-логічний пристрій", "пристрій керування".

Порядок заповнення поля уваги може бути різний. Так наприклад, далі, після концентрації уваги на "обчислювальній машині", може бути задіяна не гілка "процесор", а однорівнева з нею гілка "пам'ять". Незмінним при виконанні завдання лишається напрям ментальних дій в бік деталізації наявних понять, наприклад, такий: "апаратна частина обчислювальної системи", "обчислювальна машина", "процесор", "арифметико-логічний пристрій".

Як вже відмічалось вище, кожен компонент, що включає в себе інші компоненти ініціює стосовно себе відповідні логічні дії і усвідомлення їх. Реалізується цей механізм через вербальну петлю. Впродовж роботи вербальної петлі відбуваються логічні дії по підбору відповідних компонентів. У процесі

навчання відбувається формування відповідних візерунків - "паттернів" з понятійних одиниць, що одночасно знаходяться в полі уваги. Якщо логічні дії стосовно якоїсь логічно завершеної сукупності понять вже відбувались кілька разів і паттерн знань утворився, то повторні дії стосовно цих понятійних одиниць відбуваються значно швидше. Вербальна петля, в цьому випадку, не працює в режимі тривалих пошукових ітерацій. Вона спрацьовує швидко. Супутні матеріалізовані дії відтворюють відповідний паттерн знань. Такі дії можуть погано усвідомлюватись через їх швидкоплинність.

5. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В експерименті брали участь порядку 210 студентів, які багатократно виконували пакет з 10 завдань намагаючись максимально покращити свою оцінку. Всього було зроблено 3700 вимірів. Враховувались тільки ті виміри, що стосувались правильних виконань завдань.

5.1. Результати експерименту

Кожен окремий графік на рис.2 є розподілом кількостей виконаних завдань за часом їх виконання, відображає сукупну роботу всіх студентів. Розподіл на рис.2.1 відповідає першій спробі, на рис.2.2 –другій спробі; на рис.2.3 - третій спробі і так далі. Подібний підхід був розглянутий стосовно інших об'єктів навчання в роботі [5].

Точками на графіках рис.2 показані експериментальні дані. Це розподіли кількості правильно виконаних завдань по часу їх виконання. Так перша точка в кожному графіку накопичує в собі правильно виконані завдання в часовому проміжку від 0 до 30 секунд. Друга - від 30 до 60 секунд. Відповідно п'ята точка, що має значення 157 на рис.2.1, показує кількість завдань, що були виконані за час 120 -150 секунд, в першій спробі. П'ята точка на рис.2.2 має значення 134, а на рис.2.3 - 71. Ці точки показують кількості завдань, що були виконані за 120 -150 секунд, відповідно в другій і третій спробі.

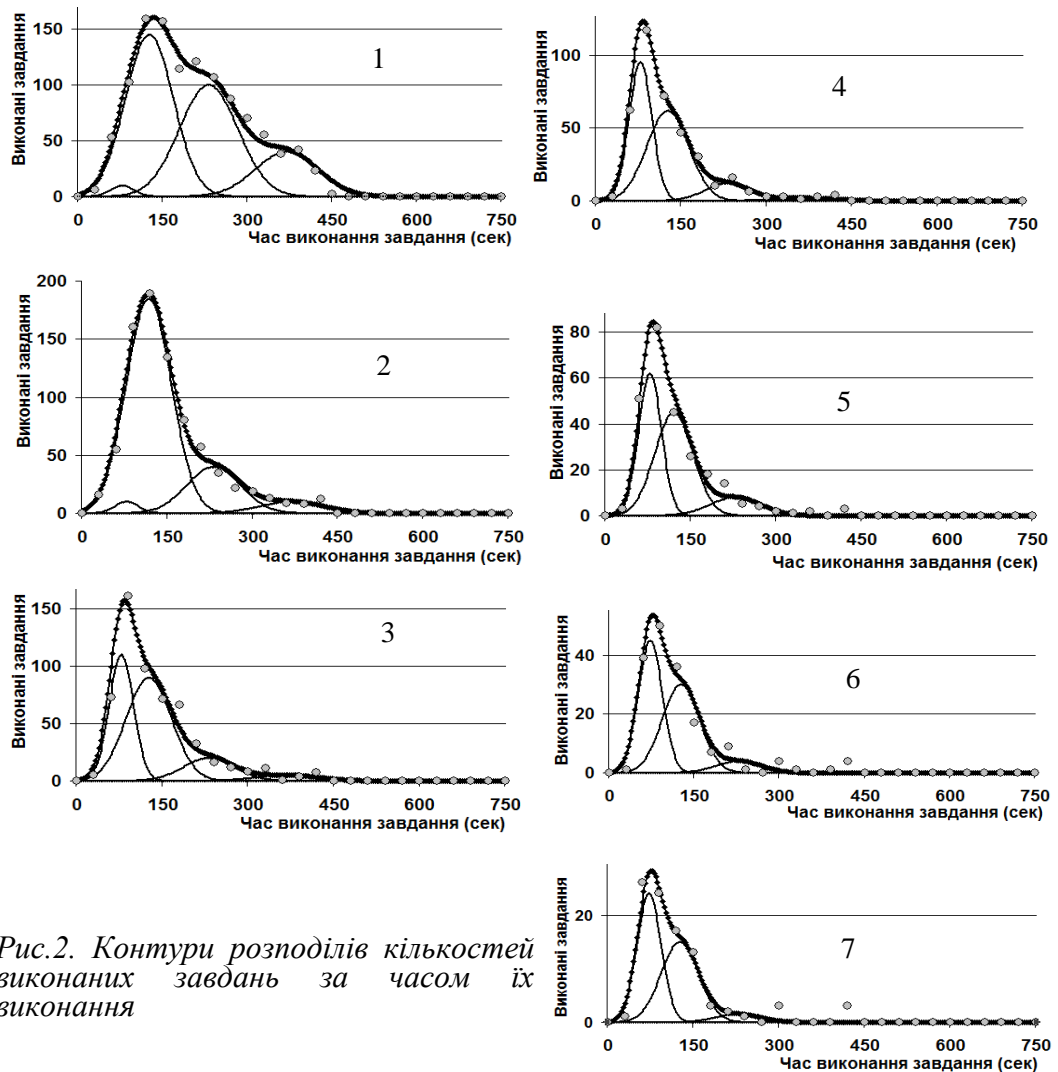


Рис.2. Контури розподілів кількостей виконаних завдань за часом їх виконання

5.2. Модель процесу формування понятійних конструкцій

Апроксимація експериментальних розподілів була реалізована додаванням чотирьох нормальних кривих, що були зміщені між собою по осі часу. Жирні лінії на рис.2, що з'єднують експериментальні точки, є результатом такої апроксимації.

Моделювання розподілів за допомогою зміщених між собою нормальних кривих є перспективним оригінальним напрямком досліджень, який в подальшому дозволяє аналізувати процеси навчання великих груп студентів. Кожний окремих нормальний контур можна поставити у відповідність рівню сформованості понятійної структури. Ці нормальні контури зображені на рис.2 тонкими лініями під контурами експериментальних розподілів.

Модельні уявлення про процес навчання полягають в думці, що формування понятійних паттернів відбуваються не миттєво. Нормальний контур швидкісних дій охоплює повністю автоматизовані дії студентів в кожній з спроб. Центр розподілу в точці 78 секунд. Другий контур, з центром в точці 126 секунд, охоплює дії, з одним не сформованим паттерном. Третій і четвертий контури зміщені, ще далі від початку координаті. Ці контури відповідні діям з погано сформованими двома і трьома паттернами. Дії тут не автоматизовані відповідно в двох і в трьох сеансах концентрації уваги. Дисперсії нормальних модельних контурів різні. Найменшу дисперсію має контур швидкісних дій. Дисперсія кожного наступного контуру більша.

Модельний механізму навчання полягає в "перекачці" площі нормальних контурів повільного виконання завдань в нормальні контури швидкого виконання (рис.3). Ця "перекачка" вказує на процес формування понятійних структур.

Площа кожного експериментального розподілу зображеного на рис.2 нормована до 1. На рис.3 зображені частки цієї площі відповідні першому (рис.3.1), другому (рис.3.2), третьому (рис.3.3) і четвертому (рис.3.4) нормальному розподілу в кожній спробі виконання пакету завдань.

5.3. Аналіз результатів експерименту

Розглянемо тенденції процесу формування понятійних конструкцій через призму рівнів їх сформованості в великих групах суб'єктів навчання.

Видно, що в першій спробі виконання пакету завдань основна кількість подій була в стані погано сформованих знань. Вісімдесят відсотків площі експериментального розподілу сконцентрована в другому і третьому нормальному контурі (приблизно по 40% на кожний). Доля найбільш повільних виконань завдань (четвертий контур) склала трохи менше 20%. Площа першого контуру, що відповідний швидким виконанням завдань, незначна.

У другій спробі частка швидких виконань завдань з повністю сформованими знаннями, як і в попередній спробі, незначна. Однак в цій спробі відбувається значне накопичення площі в другому нормальному контурі (75%) за рахунок

третього і четвертого. Тут сконцентровані виконання з одним не сформованим паттерном. В наступній, третій спробі саме цей контур стає джерелом площі для контуру відповідному повністю сформованим знаннями. Відбувається ріст цієї категорії виконань до 33%. В четвертій спробі цей відсоток продовжує рости і доходить до мітки 40%. Далі ріст цієї категорії виконань сповільнюється.

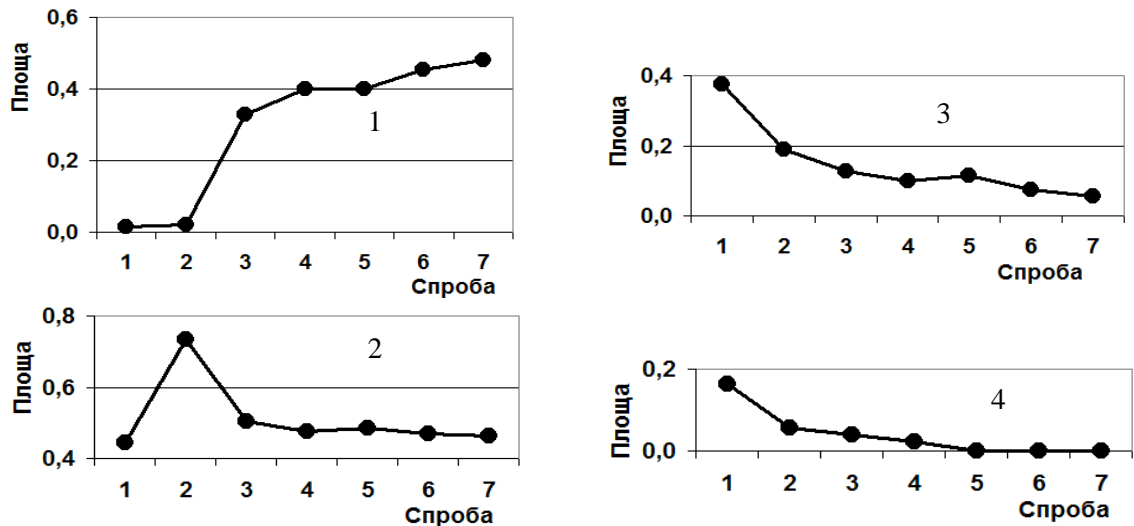


Рис.3 Площі під нормальними складовими розподілів. Нумерація складових зліва направо.

У групі, що виконує завдання на початковому етапі навчання є носії всіх рівнів сформованості знань. Перерозподіл площ в процесі навчання має наступну тенденцію. Експериментальний розподіл зміщується в область швидкісних дій студентів, звужується, його форма трансформується в контур максимально наближений до нормального. Останнє означає, що студенти засвоїли матеріал.

Інтегральні параметри експериментального розподілу, що обчислюються по методу моментів [6], однозначно характеризують положення розподілу на осі часу, його ширину та форму. Розглянемо нижче ці інтегральні параметри.

Центр тяжіння кривої характеризує положення розподілу на осі часу. Термін зв'язаний інтерпретацією розподілу, як розподілу маси плоскої фігури, наприклад, вирізаної з картону. Центр тяжіння вказує на точку рівноваги мас. У контексті статті центр тяжіння це - **середній час виконання завдань**.

Дисперсія кривої оцінює ширину контуру кривої. Ця характеристика вказує, наскільки широко розкидані значення величини відносно середнього. У цій роботі йдеться про *варіативність часу виконання завдання*.

Асиметрія кривої дорівнює нулю для симетричної кривої. Контур із крутою лівою та похилою правою стороною має додатну асиметрію, а контур крутою правою та похилою лівою – від’ємну.

Гостровершинність кривої додатна, коли вершина загострена порівняно з нормальною, від’ємна, коли вершина притуплена, нульова для нормальної кривої. Асиметрія та гостровершинність безрозмірні, абсолютні величини.

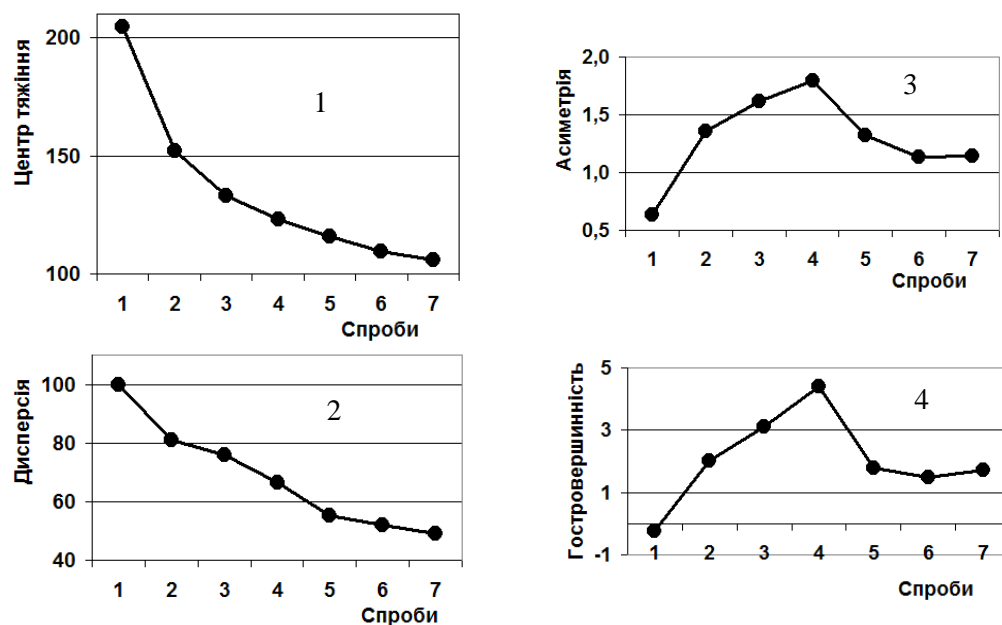


Рис.4 Інтегральних параметрів експериментальних розподілів в залежності від номеру спроби

Залежність середнього часу формування понятійної конструкції від номеру спроби (рис.4.1). Видно, що багатократне відтворення понятійних конструкції приводить до суттєвого скорочення часу, що витрачається на це. З графіку видно, що відбулось скорочення швидкості дій майже в два рази з 204 до 106 секунд впродовж 1 - 7 спроби. Це скорочення не лінійне. В роботі пропонується застосовувати експоненціальну апроксимацію експериментальної кривої $t = t_{min} + t_{max} \exp(-kn)$, де t - середній час виконання завдання, t_{min} - мінімальний середній час, t_{max} - максимальний середній час, n - номер спроби, k

коефіцієнт. Для пакету завдань представлено в роботі коефіцієнт $k=0,5$. Крива на рис.4.1 має тенденцію до виходу на полицку. Це означає, що подальші повтори вправ сильно не впливають на час формування понятійних конструкцій.

Залежність варіативності часу формування понятійної конструкції від номеру спроби (рис.4.2) зменшується в процесі навчання. Видно дисперсія зменшилась, як і середній час виконання завдання, рівно в два рази з 100 до 50 секунд впродовж 1 - 7 спроби.

Залежності асиметрії та гостровершинності розподілу від номеру спроби (рис.4.3, 4.4) збільшувались на проміжку 1-4 спроба. Це означало, що експериментальний розподіл все більше і більше втрачав схожість з нормальним. Ці зміни були спричинені тим, що, розподіл формують кілька конкуруючих стохастичних механізмів (рис.3). Кожен стохастичний механізм відповідний своїй категорії студентів. Кожна категорія мала свою степінь готовності до відтворення понятійних конструкцій. Після 4 спроби асиметрія і гостровершинність спадає. Подальше спадання цих параметрів до 0 вказувало б на те, що експериментальний розподіл часу виконання завдань формує один стохастичний механізм. В сукупності з тенденціями зміни інших інтегральних параметрів це означає, що навчання закінчено і всі студенти сформували свою понятійну структуру знань.

6. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

- Статистичні дослідження виявили цікаві закономірності формування структури знань. Ці закономірності проявляються, як консолідований результат діяльності великих груп учнів. Такий результат не може бути отриманий з аналізу навчальних дій окремих індивідуумів.
- Модельний механізм формування структури знань, який ґрунтується на доктринах когнітивної психології та математичній обробці експериментальних статистичних розподілів, показав, хорошу кореляцію з експериментом.

- Підтвердилась центральна гіпотеза моделі, що різні рівні засвоєння понятійних конструкцій формують свої нормальні розподіли зміщені один відносно одного в шкалі часу виконання завдання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Miller George A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two. // The Psychological Review. – 1956, – vol. 63. Issue 2. – P. 81-97.
2. Холодная М. А. Психология интеллекта: парадоксы исследования / М. А. Холодная. – СПб. : Питер, 2002. – 272 с.
Kholodnaya M.A. Psychology of intellect: paradoxes of research [Psychology of intellect: paradoxes of research]/ M.A. Kholodnaya.- SPb: Piter, 2002.-272p.
3. Чуприкова Н.И. Психология умственного развития: Принцип дифференциации / Н. И. Чуприкова. – М. : Столетие, 1997. – 478 с.
Chuprikova N.I. Psichologiya umstvennogo razvitiya: Printcip differentciatcii [Psychology of intellectual development: principle of differentiation] / N.I. Chuprikova. - Moscow: Stoletie, 1997. - 478 p.
4. Головін М.Б. Автоматизація навчання програмуванню в контексті конструювання ієрархічних програмних структур / М.Б. Головін, О.І. Сомик // Інформаційні технології в освіті. – Херсон, 2011. – Випуск 10. – С. 58-63.
Holovin M.B. Avtomatyzatsiya navchannya proqramuvannyu v konteksti konstruyuvannya ierarkhichnykh proqramnykh struktur [Automatization of programming education in the context of hierarchical program structures construction] / M.B.Holovin M.B., O.I.Somik // Information Technologies in Education. - Kherson, 2011 - Volume 10 - P. 58-63.
5. Головін М.Б. Дослідження процесів навчання на основі аналізу моментів статистичних розподілів швидкостей навчальних дій (на матеріалах вивчення інформатики) / М.Б. Головін // Психологічні перспективи. – Луцьк, 2011.– Випуск 18. – С. 62 - 72.
Holovin M.B. [Investigation of learning process based on analyse of statistic moment velocity distributions of learning actions (on the materials of computer science learning)] / M.B. Holovin // Psychological perspectives. - Luck, 2011.- Issue 18 - P. 62 - 72.
6. Крамер Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. – М. : Мир, 1975. – 648 с.
Kramer H. Matematicheskie metody statistiki [Mathematical Methods of Statistics] / H. Kramer. - M.: Mir, 1975. - 648 p.