

УДК 013.77:004.42; 37.013.03:004. 588(073)

**ЗМІСТ ПІДГОТОВКИ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНОГО ФАХІВЦЯ  
З ІНФОРМАЦІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КОНТЕКСТІ  
КОГНІТИВНИХ ПРОЦЕСІВ (НА ПРИКЛАДІ ПРОГРАМУВАННЯ)**

**Головін М.Б.,**

**Волинський національний університет імені Лесі Українки**

*Представлений оригінальний графічний спосіб формалізації когнітивної схеми об'єкта діяльності й логіки її формування. Проведено модельний розгляд суб'єкта, об'єкта й процесу навчальної діяльності.*

*The original graphic method of the activity object's cognitive structure formalization and the logic of its formation is represented.*

Сприйняття складних об'єктів впродовж їх створення, модифікації, відлагодження є достатньо специфічним процесом. Існує схожість в психологічному малюнку сприйняття комп'ютерних програм, електронних пристроїв, комп'ютерних мереж і інших складних утворень. Особливості ментальних процесів проявляються, як в професійних так і в навчальних діях стосовно об'єктів інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ).

Специфіка полягає в тому, що людина не може оперувати одночасно всіма багаточисельними вузлами складного об'єкта, які вона сприймає, розрізняє, функції яких знає. Існує дефіцит можливостей одночасного утримування функціональних вузлів об'єкту в полі уваги впродовж логічних дій. Всяка діяльність при дефіциті ресурсів, потрібних для її реалізації, як в розумовій сфері, так і в матеріалізованій, вимагає особливої техніки. Наприклад, підняття максимальної ваги на спортивних змаганнях вимагає особливої координації рухів, крім фізичної сили. Навіть невеликі вади у техніці рухів можуть привести до серйозної травми. На контрасті з цим підняття малої ваги, наприклад книжки, що відбувається без дефіциту фізичної сили, не вимагає особливої техніки виконання.

Дефіцит можливостей одночасного утримування функціональних вузлів об'єкта в полі уваги долається переносом уваги, обробкою інформації та поетапним систематизованим збереженням в довготривалій пам'яті. Суб'єкт навчання змушений у процесі конструктивних перетворень в об'єкті концентрувати увагу на обмеженій кількості вузлів та логічно зв'язувати їх. Синтетичні уявлення про логічно зв'язані сукупності вузлів використовуються в подальших логічних діях поряд з уявленнями про реальні вузли. Впродовж діяльності у довготривалій пам'яті поступово формується ментальна структура ієрархічного типу – пізнавальна (когнітивна) схема об'єкта. Ієрархічність схеми надає суб'єкту діяльності важливу спроможність – здатність до масштабування уявлень про об'єкт у процесі діяльності. Порційна, циклічна обробка інформації про об'єкт утворює специфічний протокол мислення.

Інтелектуальна навчальна діяльність спрямована на складні, добре структуровані об'єкти великого розміру має хороший контраст, яскравість, узгодженість. Це довготривалі розумові процеси, при яких проявляються закономірності невидимі при діяльності стосовно простих об'єктів. Особливості розумових процесів завуальовуються наступними факторами: короткою тривалістю, низькою складністю, аморфною структурою і невеликими розмірами об'єктів. Коректність керування процесом навчання з боку викладача може бути підвищена на основі поглиблених уявлень про цей процес. Адже, чим більше нюансів у процесі враховується, тим точніше відбувається керування. Дослідження навчальної діяльності стосовно об'єктів високої складності є цікавими з точки зору психології та педагогіки.

Процес побудови відображення механізму роботи складного утворення в пам'яті впливає на швидкість діяльності стосовно цього об'єкта. У цьому контексті цікавим є

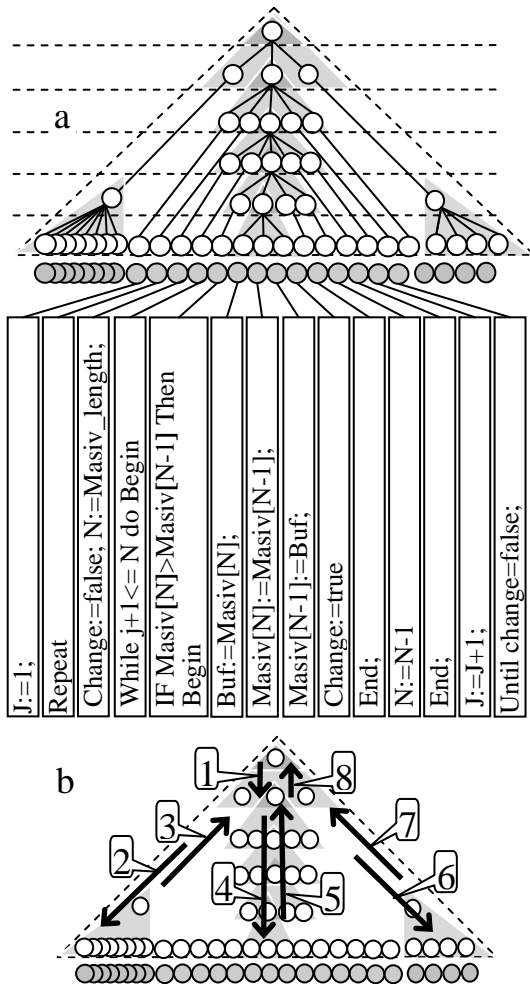
програмування. Програмні об'єкти добре структуровані та формалізовані, мають достатній діапазон складності. Внутрішні розумові дії по радикальній зміні в логіці роботи об'єкта займають значно більше часу, ніж відповідні зовнішньо-предметні дії редагування тексту програми.

Актуальною проблемою в контексті практичної навчальної діяльності є деталізація уявлень про когнітивну схему об'єкта дій та про розумові процеси, що формують цю ментальну структуру. Оптимізований протокол пересування ментальними структурами забезпечує швидку практичну діяльність стосовно об'єкта.

Метою цієї роботи є модельний розгляд ментальних процесів на основі доктрин когнітивної (пізнавальної) психології, та уточнення на цій основі змісту практичної підготовки висококваліфікованого фахівця з ІКТ.

У когнітивно орієнтованих течіях теоретичної психології активно розробляється ідея про те, що інтелектуальна діяльність детермінується структурною організацією пізнавальної сфери. До цих течій відносяться: когнітивний напрямок неофрейдизму; когнітивна психологія особистості; когнітивна психологія. Розглядається ця ідея також у соціальній та інженерній психології [1]. Відстоюється думка, що жодна психічна структура ніколи не є радикально новою, кожна є модифікацією попередньої в часі структури. Зокрема У. Найссер вважає, що „ті види інформації, для яких у нас нема схем, ми просто не сприймаємо” [2].

Розглянемо оригінальну модель пізнавального процесу. Центральними поняттями



моделі, важливими для ілюстрації процесу є когнітивна схема об'єкта та увага. Носієм когнітивної схеми об'єкта є довготривала пам'ять суб'єкта діяльності. Схема формується поступово, як частина загальної когнітивної структури суб'єкта – його системи знань. Процес формування схеми пов'язаний з переносом уваги і відбувається в режимі поступової диференціації. При терміновому виході з діяльності схема не втрачається. Відновлення схеми – її згадування через тривалий проміжок часу пов'язане з активацією (актуалізацією) схеми. Активована частина довготривалої пам'яті в значній мірі пришвидшує роботу. Доступ до активованої схеми можна назвати ще й оперативним. Обмін інформацією з схемою в процесі діяльності має два аспекти. З однієї сторони, реалізується своєрідне „завантаження” під час зосередження уваги, а з другої, – „збереження”, поєднане з модифікацією схеми абстрагуванням і перенесенням уваги. Інформаційні процеси, пов'язані з ротацією відображень вузлів об'єкта в полі уваги, побічно відслідковуються через коментарі суб'єктів діяльності у процесі роботи.

Увага, як психологічна субстанція, пов'язана з короткочасною пам'яттю. Існують пошкодження мозку, що впливають на цю пам'ять. Одні з них знижують об'єм короткочасної пам'яті, інші – унеможливають передачу інформації на зберігання у довготривалу пам'ять. Блокування передачі приводить до того, що перенесення уваги приводить до втрати результатів сприйняття. Поповнення знань у довготривалій пам'яті стає неможливим [3] (крім процедурних, набутих імпліцитно).

Рис.1 а/Когнітивна схема навчального об'єкта та відповідний йому текст програми; б/транзити уваги схемою (номери біля стрілок вказують порядок транзитів)

На рис. 1а представлена оригінальна графічна формалізація когнітивної схеми об'єкта і шляхи транзитів уваги цією схемою (рис. 1б). Рисунок є платформою для теоретичного розгляду процесів розумових дій, супутніх виконанню практичного завдання з програмування. Тут зображена ментальна структура досить простої навчальної програми сортування чисел у масиві, написаної на мові Delphi. Її можна розділити на три частини: ліва, центральна, права. Ліва відповідає за завантаження файлу в масив, центральна – за сортування, права – за збереження відсортованого масиву у файлі. Для визначеності опишемо позначення, використані в програмі. *Masiv* – назва масиву для зберігання чисел, *Masiv\_length* – довжина масиву. Змінна *Buf* призначена для обміну значень між комірками масиву. Змінні *N*, *J* забезпечують роботу рахівників у циклах. У змінній *Change* логічного типу фіксується інформація про факт обміну значеннями в масиві.

Вся когнітивна схема об'єкта представлена структурою у трикутнику, окресленому пунктирною лінією. Кружечками, що складають основу великого трикутника, позначені відображення у пам'яті реальних неподільних елементів об'єкта – операторів програми. Це відображення рівня реалізації програми. Самі оператори представлені паралельним рядом тонованих кружечків зовні трикутника. Лініями відповідності вони з'єднані з текстом програми. На рисунку відповідність вузлів схеми операторам показана тільки для центральної частини. У вершині когнітивної схеми (пунктирного трикутника) знаходиться об'єднуючий вузол. Він позначає функції об'єкта, як цілісного утворення. Всередині великого трикутника є тоновані трикутники меншого розміру. Вони окреслюють межі зосередження уваги. Вузли основи цих трикутників є складовими частинами вузла у вершині. Трикутники зосередження частково накладаються. Через спільні вузли суміжних трикутників реалізується логічний зв'язок у розумових діях при переводі уваги.

Вузли у вершинах тонованих трикутників є синтетичними. Вони складаються з багатьох операторів програми. Ці вузли після відповідної когнітивної діяльності суб'єкт бачить цілісно. З рисунка видно, що чим вище розміщений синтетичний вузол над рівнем реалізації у когнітивній схемі, тим більшу кількість операторів він об'єднує. Кожний синтетичний вузол з'єднаний з нижньою частиною схеми багатьма лініями, а з верхньою частиною – однією. Маючи на увазі те, що ментальні структури всередині трикутників зосередження логічно завершені, а також те, що вони є частинами загальної ментальної конструкції будемо надалі називати їх конструктами. Лаконічно сформульовану концепцію роботи конструкта будемо називати концептом. Конструкти зв'язані через спільні вузли. Так вузол вершини нижнього трикутника входить у склад основи верхнього. Через спільні вузли конструктив реалізується логічний зв'язок у розумових діях при переводі уваги. Реалізуються ланцюги абстрактно-логічних розумових дій. Тобто зв'язуються концепції різного рівня конкретизації. З рисунка видно, що чим вище синтетичний вузол у когнітивній схемі над рівнем реалізації, тим більшу кількість операторів він об'єднує. Видно, що ментальна структура об'єкта періодична. Конструкти утворюють цю періодичність. Тільки один конструкт у вершині ментальної схеми об'єкта не є вузлом іншого. Будь-які інші два конструкти – або функціональні вузли третього конструкта, або один конструкт є вузлом другого. Пересування подібною структурою має циклічний характер. Кінець одного кроку і початок другого відокремлюється сеансом переведення уваги та абстрагуванням. У сенсі дослідження розумових дій абстрагування є реперною подією. У схемі є вузли, які з'єднані однією лінією з верхньою і нижньою, по відношенню до себе, частиною структури. Так позначений перенос вузла, зокрема відображення оператора, у відповідний трикутник зосередження уваги.

Структурна надбудова над текстом програми є когнітивною схемою, яку змушений формувати суб'єкт навчання в процесі освоєння, створення, модифікації, відлагодження програми. Ця структура логічно зв'язує у єдине ціле численні оператори програми. Схема, зображена на рисунку, є завершеною. Процеси її формування відбуваються поступово у реальному часі. Сконцентруємось на формуванні тільки центральної частини когнітивної схеми, яка безпосередньо відповідає за сортування.

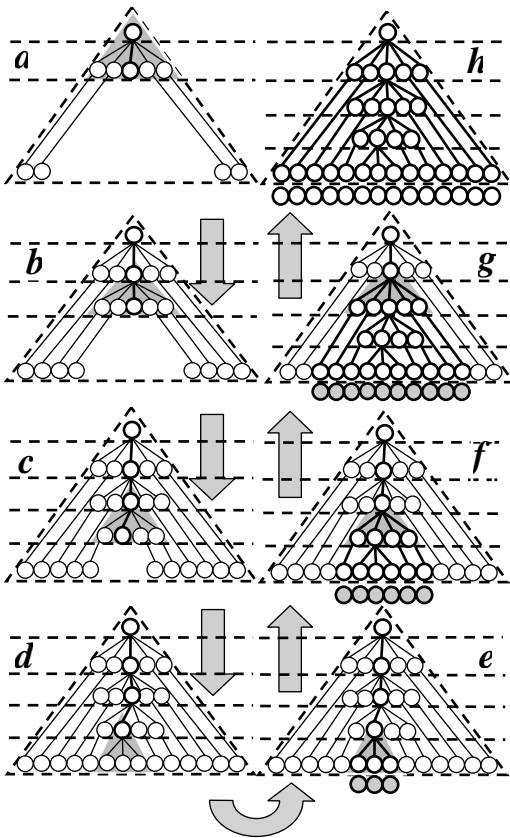


Рис.2 Поступове формування когнітивної структури типового навчального об'єкта.

Можлива графічна, або вербальна формалізація сутності вузлів структури (рис.2d) є орієнтовними, дифузними, їх набір може бути неповним. Позначені ці вузли тонкими лініями. На кожному рівні ієрархії є вузли, що не потребують подальшої деталізації. Вони проектуються на рівень реалізації без подальшої диференціації.

У процесі деталізації, при пересуванні уваги схемою вниз, міра конкретизації вузлів збільшується. Мета деталізації – поступово прийти до стану, коли кожна з локальних проблем зможе бути вирішена одним з універсальних засобів. Мова програмування надає суб'єкту програмістської діяльності цілий спектр різноманітних універсальних засобів для подолання стандартних проблем у інформаційному полі.

Трикутник зосередження уваги в процесі деталізації пересувається вниз від уявлення про призначення програми, як цілісного утворення, до конкретних операторів. Жирною лінією на рис.2a-2d позначені вузли, які є транзитними в роздумах. З рисунка видно, що увага суб'єкта сконцентрована завжди на частині об'єкта. У межах уваги знаходиться завжди обмежена кількість вузлів об'єкта та їх зв'язків. Чим нижче суб'єкт мислення опускає увагу структурою вниз, тим „вужчу” частину загальної проблеми він „бачить”. Пересування уваги супроводжується абстрагуванням від вузлів не актуальних при наступних розумових діях. При досягненні рівня реалізації, коли локальні проблеми і кроки, які ці проблеми вирішують, максимально конкретизуються настає фаза пересування структурою вверх.

Нагадаємо, що при пересуванні вниз домінуючими об'єктами зосередження уваги були проблемні ситуації. Тепер, при пересуванні вверх, домінуючими об'єктами розумових дій стають кроки, які вирішують конкретизовані локальні проблеми.

З рис.2e-2h видно, що спочатку конкретизуються три кроки програми, потім шість, десять, і чотирнадцять. Побудова програми відбувається шляхом укрупнення робочих

Розглянемо динаміку формування когнітивної (пізнавальної) схеми об'єкта впродовж виконання поодинокого завдання на створення програми сортування.

Таке завдання символічно позначено на рис.2a відповідним трикутником зосередження уваги. Вузол у вершині цього трикутника – це лаконічний опис майбутньої програми, як цілісного утворення, тобто опис її функціонального призначення. Найбільш узагальнений механізм роботи програми – це функціональні вузли основи трикутника зосередження.

На початкових етапах створення програми її когнітивна (пізнавальна) схема формується в режимі багатократної деталізації. Може здатись, що термін „пізнавальна схема” не зовсім підходить стосовно не існуючого ще об'єкта (програми). Однак, на першому етапі створення досліджується не сам об'єкт, а проблема, що його породжує. Будемо надалі притримуватись правила: одна проблемна ситуація вирішується одним кроком. Тоді еволюцію структур, зображених на рис.2b-2d, можна розглядати і як деталізацію проблемних ситуацій, і як деталізацію кроків при їх вирішенні. Однак, деталізація проблем є первинною і домінуючою, а кроки вирішення проблем є вторинними. У першій інтерпретації вузли структури – це проблемні ситуації різного ступеня узагальненості, а в другій – кроки їх вирішення.

програмних фрагментів. Кожен програмний фрагмент після написання відлагоджується і випробується.

Перенесення уваги вгору відбувається по частково створеному відображенню майбутньої програми (рис.2d). На цьому етапі вже існують уявлення про функції ще не реалізованих, окремих програмних блоків. Це функції вершин трикутників зосередження уваги на всіх рівнях структури. Існують також і орієнтовні, неповні, розмиті уявлення про засоби, якими це можна зробити (кружечки в основі великого трикутника окреслені крапками).

На рис.3 зображено оригінальний концептуальний підхід до логіки формування суб'єктом когнітивної схеми складного об'єкта, представленої на рис.2. По суті на рис.3 зображена динамічна модель суб'єкта діяльності в якості оброблювача інформації. Розглянемо цю модель в дії.

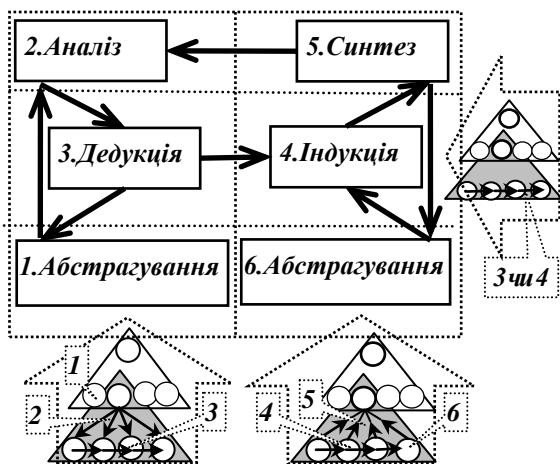


Рис.3. Порядок абстрактно-логічних та ситуативних дій стосовно об'єкта навчання

Перехід вниз між кожними двома суміжними трикутниками зосередження уваги відбувається в наступному порядку. Концентрація уваги на одному вузлі з відомими функціями в основі верхнього трикутника. Абстрагування (1) від інших вузлів цього трикутника. Перехід на нижній трикутник зосередження уваги в процесі аналітичного розчленування (2) вибраного вузла на складові частини (вузли основи нижнього трикутника). Дедуктивне дослідження (3) функцій вузлів основи нижнього трикутника в контексті концепції роботи вузла вершини.

Подальший рух вниз пов'язаний з вибором для деталізації наступного вузла в основі нижнього трикутника. При досягненні рівня реалізації, коли локальні проблеми і кроки, які ці проблеми вирішують, максимально

конкретизуються, настає фаза пересування структурою вгору.

Перенос уваги вгору між кожними двома сусідніми трикутниками зосередження уваги супроводжується наступними логічними діями. Індуктивне формування (4) фрагмента програми. Синтез (5) уявлення про сформований фрагмент, як про монолітний, цілісний блок. Абстрагування (6) від елементів реалізації поточного фрагмента. Перехід на верхній трикутник зосередження уваги.

При індуктивному зв'язуванні фрагмент програми уточнюється і доповнюється. Вузли основи набувають конкретного вигляду (вузли позначені суцільними лініями на рис.2). Синтез фрагмента завершується після його успішного випробування, коли програміст починає дивитись на нього, як на цілісне утворення. На цьому етапі формуються узагальнені уявлення про функції фрагмента, про його вхідні і, відповідні їм, вихідні параметри. Якщо фрагмент часто зустрічається в тілі програми, він може бути оформлений як окрема процедура або функція. Оператори реалізації фрагмента стають несуттєвими в подальших логічних діях. У верхньому трикутнику зосередження уваги від них абстрагуються (рис.2).

Розумова діяльність у термінах структури, зображеної на рис.1, може просуватись у горизонтальному і вертикальному напрямках, що відповідає ситуативному і абстрактно-логічному мисленню. Рух структурою вниз пов'язаний з конкретизацією, а рух вгору – з узагальненням. Багатокрокові розумові логічні дії в межах основи конструктора асоціюються в цьому представленні з індукцією або дедукцією. Ці дії відбуваються в незмінному просторі локальних проблем. Тому їх можна назвати ситуативними.

Ліва і права частина концептуальної схеми логічних дій (рис.3) не можуть працювати окремо, вони взаємодіють. Можна, очевидно, говорити про домінування лівої частини при

русі структурою вниз (рис.4a), і про домінування правої при русі вверх (рис.4b). Нумерація на рис.3 і 4 узгоджена. Суцільними лініями позначені домінуючі логічні дії. Трикутник зосередження уваги в цій моделі асоціюється з важливою базовою спроможністю до обробки інформації в третинній області мозку. Ця область знаходиться на перетині зон окремих аналізаторів і відповідає за так званий симультанний аналіз і синтез (simultaneous англ. одночасний) [4]. Яскравою ілюстрацією взаємодії правої і лівої частини схеми є взаємодія їх при повороті на рівні реалізації.

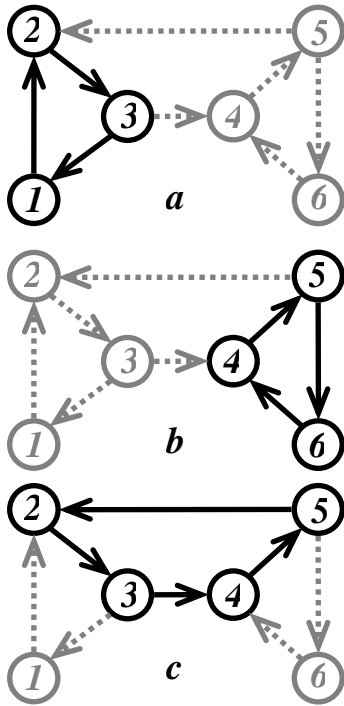


Рис.4 Схема логічних дії стосовно функціональних вузлів об'єкта в полі уваги в режимі: **a** – конкретизації; **b** – узагальнення; **c** – підбору операторів

процесом, який нерозривно пов'язаний з логічними дедуктивними і індуктивними діями в межах уваги. У результаті цих дій утворюється ситуація, коли у контексті роздумів поступово відкидаються „зайві” вузли або вводяться „недостаючі”. Межі уваги балансують в процесі формування когнітивної схеми і увага завжди концентрується на логічно закінчених алгоритмічних структурах.

Важливою якістю представленої моделі є здатність до „згортання” та „розгортання” уявлень про об'єкт. Ця якість притаманна і реальному мисленню. Найбільш узагальнений опис роботи об'єкта може бути реалізований на базі трикутника зосередження уваги, який знаходиться у вершині когнітивної схеми об'єкта. Такий опис є достатньо лаконічним і його, очевидно, ще можна назвати „основною ідеєю проекту об'єкта”. Найбільш конкретизовані описи будуються на базі трикутників зосередження, основа яких знаходиться на рівні реалізації. Лаконічний опис роботи фрагменту об'єкта, що є оригінальним і важким для реалізації з точки зору суб'єкта мислення, називають в побутовій мові „родзинкою в проекті об'єкта”. Такий опис також будується на базі поодинокого трикутника зосередження уваги. Це нижній або внутрішній трикутник. Здатність до згортання та розгортання в повній мірі має тільки повністю сформована когнітивна схема.

Необхідно відмітити, що формування ментального відображення об'єкта, в контексті роботи моделі відбувається, як при пересуванні структурою вниз так при пересуванні вверх.

Ситуація перед поворотом наступна. У основі трикутника зосередження уваги – дифузні уявлення про окремі кроки реалізації (рис.2d). Існують конкретні вимоги до функцій вузла у вершині. Індуктивний рух вверх не передбачає дифузної основи і наперед заданого результату. Індукція дозволяє зрозуміти як працюють конкретні частини як ціле утворення.

У практичному програмуванні на цьому етапі відбувається підбір конкретних операторів. Він реалізується взаємодією правої і лівої частини схеми (рис.4c) через синтез і аналіз, а також дедукцію і індукцію наступним чином. Формалізація дифузних уявлень конкретними операторами. Розумове індуктивне зв'язування і синтез. Випробовування. Оцінка результату. Якщо кореляція з попередніми уявленнями про ціле не досягнута, то відбувається перехід на повторний аналіз. Повторна дедукція формує уявлення про нову сукупність вузлів. Нова формалізація вузлів і індуктивне зв'язування. У випадку успішного випробування реальні оператори, зображені на рис.2e тонованими кружечками, „закріплюються” в тексті програми.

Важливим моментом при перенесенні уваги є визначення границь зосередження уваги в кожному конкретному випадку. Слова „беремо до уваги” або „не беремо до уваги” завжди присутні в коментарях, супутніх до діяльності стосовно програмування або при обговоренні алгоритму роботи програми. Зосередження уваги є

Це в цілому узгоджується з існуючими уявленнями про формування ментального відображення об'єкта в режимі диференціації [5]. Представлені вище модельні уявлення актуальні для формування завдань для автоматизованого навчання [6, 7] та пояснень до прикладів – аплікацій у навчальному матеріалі з програмування [8].

Бачення програми студентами з різною підготовкою розрізняється. Важливим є момент розпізнання кожного окремого функціонального вузла, тобто співставлення його зовнішнього вигляду із функціями, які він виконує. Експерти здатні цілісно неусвідомлено розпізнавати укрупнені логічно закінчені стандартні блоки – паттерни (pattern англ. візерунок) операторів. (Застосування паттернів у шахових задачах розглянуто у роботі [9].) Ці ж паттерни цілісно використовуються і при написанні програми. Овал на рис.5 охоплює оператори, що входять у склад програмного паттерну. Паттерн, очевидно, можна назвати ще прототипом в тому сенсі, що прототип відтворює типовий яскравий приклад об'єкта визначеного класу.

Когнітивна схема експерта (рис.5d) і звичайного студента (рис.2h) відрізняється. Схема експерта включає паттерни. Вона простіша за відповідну схему звичайного студента і формується швидше. Експерт, при необхідності, може диференціювати свою когнітивну схему до рівня максимальної деталізації без додаткової роботи з об'єктом. Здатність до такого масштабування є важливою якістю експерта, як спеціаліста. При маніпуляції з однаковими об'єктами на предмет їх освоєння, створення, модернізації або відлагодження розумові шляхи експертів у відповідних когнітивних схемах коротші. Вища також і їх швидкість проходження через ці ментальні структури. Очевидно, можна чекати стрибкоподібного приросту швидкості виконання завдань у суб'єкта розумових дій при оволодінні ним відповідними паттернами. Перевірка гіпотези про різке, порогове підвищення ефективності роботи, пов'язаної з освоєнням відповідної кількості паттернів, експериментально підтверджується [6, 7]. При виконанні великої кількості однорідних завдань великими групами студентів спостерігається

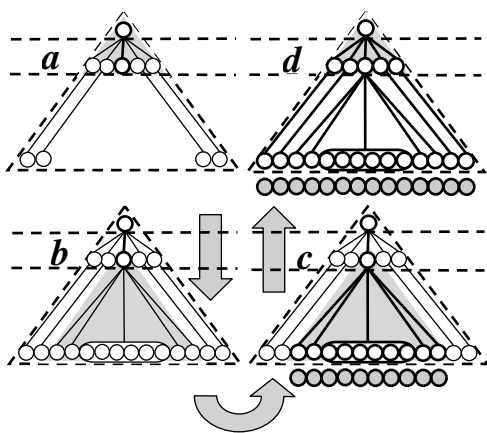


Рис.5 Формування структури типового навчального об'єкта експертом

специфічний контур розподілу часу виконання окремих завдань. Форма контуру така, що її огинаючу можна представити сумою двох гаусових складових з великою дисперсією. Складові контура відповідають повільному і, відповідно, швидкому (із застосуванням паттернів) виконанню завдань.

Кількісне пояснення цього феномену на основі представленої вище моделі досить просте. З рис.5a, 5d і рис.2a, 2h видно, що експерт і ординарний студент проходить однаковий шлях при подоланні верхньої частини когнітивної схеми. Однак, на нижню частину експерт витрачає значно менше часу. Шлях, який він проходить в розумових діях (рис.5b, 5c), у 2,5 рази коротший, ніж у студента, що не розрізняє паттернів (рис.2b-2g).

Очевидним є те, що часто вживані, схожі за механізмом роботи (принципом дії) фрагменти конструкції різних об'єктів поступово, з часом узагальнюються і цілісно запам'ятовуються. Фіксація в пам'яті стосується не тільки „візерунку” фрагмента конструкції (програми), а і відповідних йому функціональних ознак. Формується відповідний паттерн (прототип). Ця фіксація може відбуватись як імпліцитно так і експліцитно. Декларативні знання, що використовуються усвідомлено з часом можуть автоматизуватись.

Повністю сформована у процесі навчальної роботи когнітивна схема об'єкта дозволяє легко масштабувати механізм роботи об'єкта без додаткового проміжного його дослідження. Це проявляється при пред'явленні тексту програми. Студенти, як правило, легко масштабують уявлення стосовно власноруч зробленої програми. При запиті вони легко вказують межі фрагментів програми, що є релевантними окремим конструктам (концептам)

схеми. Спостереження і аналіз навчальної роботи студентів у контексті моделі дає наступні результати. Побудова когнітивної схеми одного об'єкта різними суб'єктами діяльності розрізняється. Надлишковою складністю, громіздкістю та заплутаністю страждають уявлення новачків у програмуванні. Схеми експертів оптимізовані в більшій мірі. При роботі новачків спостерігається спорадичність та спонтанність рухів когнітивною схемою. Рухи експертів більш системні та планомірні навіть тоді, коли вони цього не усвідомлюють.

Не вчасно зафіксована помилка у формуванні схеми на шляху „зверху вниз” фіксується у відповідному трикутнику зосередження при русі когнітивною схемою „знизу вгору”, тобто при реалізації програми і її випробовуванні. Помилка приводить до ревізії некоректної частини схеми і повторної її програмної реалізації.

Дослідження показали, що становлення спеціаліста в області високих технологій проходить через кілька рівнів розвитку в сенсі структурно-організаційного протоколу розумової роботи. На першому етапі, студент може зв'язати невелику кількість операторів, функції яких одночасно можуть утримуватись ним у полі уваги. На другому етапі формується вміння переносити увагу між фрагментами програми, які знаходяться на одному, або на суміжних рівнях програмної ієрархії. Третій етап передбачає вміння робити далекі транзитні переходи структурою об'єкта і дає можливість створювати і відлагоджувати програмні структури високої складності і великого розміру.

Перехід від етапу до етапу є якісним, вимагає значних зусиль, які стосуються не стільки накопичення знань, скільки переформатування протоколу мислення. Це підтверджується спостереженнями за студентами, що вивчають другу мову програмування. Становлення професійної роботи на другій мові програмування відбувається без подолання згаданого вище якісного бар'єру. Професійний протокол мислення вже досягнутий при роботі з першою мовою програмування.

Комплекс умінь, необхідних для створення великих програмних проектів формується тривалою практикою програмування. Ці уміння можуть бути сформовані, як імпліцитно так і експліцитно. Уміння, що формуються усвідомлено, під керівництвом викладача, не проходять тривалої фази спорадичних пошуків оптимальних протоколів роботи. Ці уміння є більш гнучкими витонченими і здатними для подальших вдосконалень.

На думку автора, при підготовці висококваліфікованих фахівців з ІКТ необхідно значний час приділяти усвідомленому цілеспрямованому формуванню умінь і навичок потрібних при створенні великих програмних проектів. Методологія такої роботи формалізована, зокрема, у відомих методах низхідної покрокової деталізації та у модульному програмуванні.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. – СПб.: Питер, 2002. – 272с.
2. Найсер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. М.: Прогрес, 1981. – 225с.
3. Хомская Е. Д. Нейропсихология/ 4-е издание. – СПб.: Питер, 2005. – 496 с.
4. Лурия А. Р. Лекции по общей психологии. – СПб.: Питер, 2006. – 320 с.
5. Чуприкова Н.И. Психология умственного развития: Принцип дифференциации. –М.: Столетие, 1997. – 478 с.
6. Головін М.Б. Вплив когнітивних процесів супутніх діяльності на розподіл швидкостей виконання завдань з програмування // Проблеми педагогічних технологій, Випуск 1-4. Луцьк, 2007. –С. 160-172.
7. Головін М.Б. Кількість і складність розумових дій у контексті діагностики когнітивних процесів, що детермінують практику навчального програмування. //Вісник Черкаського університету. Серія педагогічні науки. Випуск 125.Черкаси, 2008. – С. 34-40.
8. Головін М.Б. Специфіка формування пояснень до прикладів – аплікацій у навчальному матеріалі з програмування //Проблеми сучасного підручника, Збірник наукових праць. Випуск 7. Київ-Луцьк, 2007. – С.339-350.
9. Джон Р. Андерсен Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002. – 492 с.