

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

Микола Головін

Методика викладання програмування в контексті трикомпонентної моделі пам'яті

Розглянуто методичні аспекти викладання практичного навчального програмування в контексті, трикомпонентної моделі пам'яті, нейрокогнітологічної інтерпретації цієї моделі та графічної формалізації ментальної, когнітивної, структурної схеми об'єкта навчання – програми. Проаналізовано вплив на навчання емоційного складника нервової діяльності. Представлено оригінальну модель навчального процесу, механізм якої базується на графічно формалізованій когнітивній структурній схемі об'єкта вивчення. На прикладі абстрактно-логічних дій, що відбуваються в процесі освоєння практичного програмування, описано роботу моделі. Показано, що представлені підходи дають змогу деталізувати когнітивні процеси, що відбуваються в полі уваги при навчальних діях стосовно таких складних об'єктів, як програми. Матеріали статті надають теоретичну платформу для широкого спектра методичних рекомендацій. Частина таких рекомендацій представлена в роботі.

Ключові слова: навчальне програмування, методика викладання, когнітивна психологія, пізнавальна схема, ментальний образ об'єкта.

Постановка наукової проблеми та її значення. Існує обмеженість обсягу поля людської уваги. Свідомість і короткочасна пам'ять відповідно теж мають границі. Обмеженість поля уваги відображається на навчанні й на всьому процесі мислення. Уперше цю особливість людської природи розглянув Міллер у відомій праці «Магічне число сім, плюс або мінус два» (1956) [1]. Масштабування поняттями в процесі абстрактно-логічного мислення – специфічна реакція людини на власне обмежене поле уваги. Особливо добре ця специфіка проявляється в навчальних процесах із фізики, математики, інформатики.

Запам'ятовування концептуально описується трикомпонентною моделлю пам'яті (ТМП), яка включає сенсорну, короткочасну й довготривалу пам'ять (ДП) (рис.1) [2]. У роботах із методики навчання цей психологічний механізм, як не дивно, досить рідко був предметом вивчення.

Актуальним, на нашу думку, є застосування згаданої трикомпонентної моделі пам'яті та її нейрокогнітологічної інтерпретації в контексті розробок методик навчання, адже саме цей механізм може забезпечити надійну теоретичну базу для широкого спектра відповідних досліджень. Така основа дає можливість суттєво деталізувати наявні методичні розробки.

Мета статті – дослідити методичні аспекти навчання в контексті трикомпонентної моделі пам'яті.

Механізм трикомпонентної моделі пам'яті (ТМП). Розглянемо навчання програмуванню через призму цієї моделі.

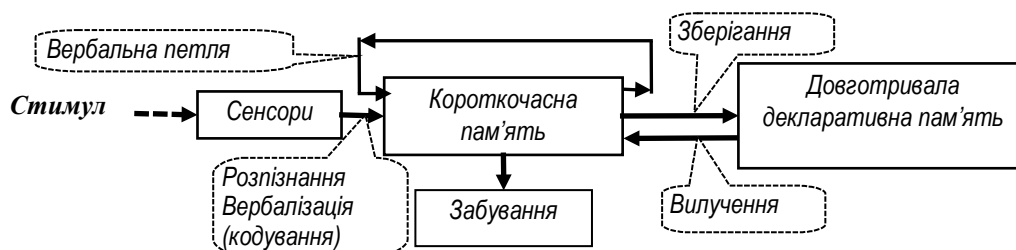


Рис. 1. Трикомпонентна модель пам'яті модель Во й Нормана [2]

- Навчальна інформація попадає в КП через сенсори – іконічну (зір) та ехоїчну (слух) пам'ять у формі відбитка фізичної стимуляції (тактильні, нюхові, смакові сенсори не актуальні в сенсі вивчення інформатики).

- Інформація розпізнається та переводиться в КП з перекодуванням у вербально-акустичну форму або стирається («вгасає»).

- Утримувати інформацію в КП можна за допомогою вербальної петлі. Обсяг інформації тут обмежений магічним числом 7 ± 2 . При розриві петлі інформація втрачається. У КП уособлюється увага та свідомість. Тому матеріал, який людина усвідомлює, завжди обмежений полем уваги.

- Інформація акумулюється в ДП, якщо вона доповнює наявну структуру знань. Отже, навчання – це процес консолідації вхідної інформації з КП і тієї, що вже міститься в ДП.

У трикомпонентній моделі пам'яті розглядається довготривала декларативна пам'ять, що ґрунтується на словникових конструкціях.

Аналіз досліджень цієї проблеми. У когнітивно-орієнтованих течіях теоретичної психології активно розвивається ідея про те, що інтелектуальна діяльність значною мірою детермінується структурною організацією пізнавальної сфери [3]. Серед когнітивних структур немає радикально нової, кожна з них – це модифікація попередньої в часі конструкції. Зокрема У. Найссер вважає, що «ті види інформації, для яких у нас нема схем, ми просто не сприймаємо» [4]. Когнітивні структури еволюціонують у режимі їх диференціації [5] і, як наслідок, часто утворюють ієрархічні конструкції.

На нашу думку, представлена психологічна трикомпонентна модель дає змогу одноманітно пояснити, тобто гомогенізувати велику кількість феноменів пам'яті, уваги, сприйняття, навчання. Модель пояснює строгу причинно-наслідковість й абстрактно логічність пізнавальних дій у процесі навчального програмування та дає можливість сформувати методико-педагогічні підходи до відповідних навчальних процесів.

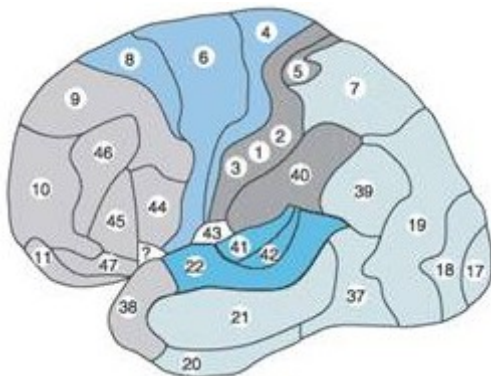


Рис. 2. Цитоархитектонічні поля поверхні півкулі великого мозку (за Бродманом)

Перш, ніж на основі розглянутої моделі формувати методичні положення, потрібно розглянути наскільки ця модель відповідає нейрокогнітивним особливостям будови мозку. Відповідь на

ці питання можна знайти в роботах Іваницького [6; 7].

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. *Короткочасну пам'ять* проаналізовано в роботах [6; 7] як кільцевий рух збудження відділами мозку, що включає проекційну й асоціативну кору неокортекса, зони середнього мозку, зокрема лімбічну систему.

Консолідація знань у довготривалій пам'яті реалізується утворенням нейронних зв'язків у неокортексі мозку в результаті багаторазового повторення інформації [6; 7].

Процес запом'ятовування, який уособлюється в кільцевому збудженні відділами мозку, має такі особливості:

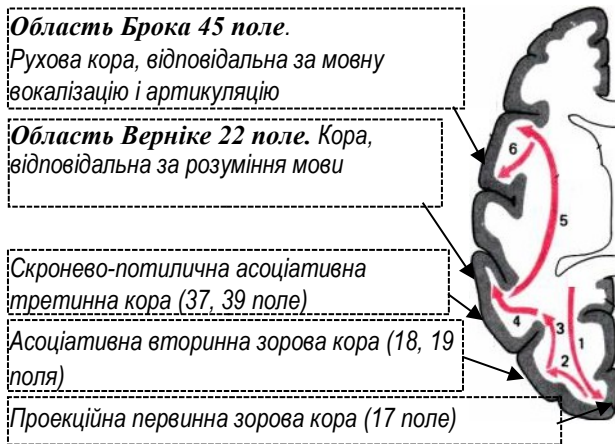


Рис. 3. Упізнавання та називання щойно побаченого об'єкта [8]: 1. Сигнал від зорового сенсора. 2. Перехід від первинної до вторинної зорової кори. 3. Перехід до третинної кори. 4. Стрілка до області Верніке. 5. Дугоподібний пучок нервових волокон. 6. Стрілка до області Брока

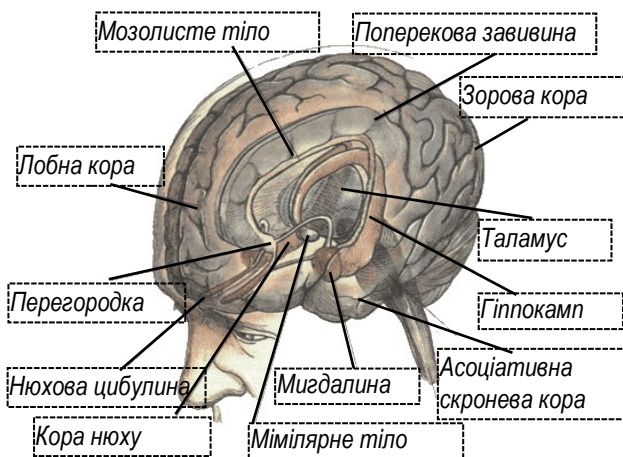


Рис. 4. Найважливіші частини лімбічної системи мозку [9]

первинної проекції.

- Через 100 мс виникає зв'язок між проекційною і лобною корою. Лобна кора забезпечує контроль діяльності та її планування.

Сигнал збудження набуває в цих умовах замкненого, циклічного характеру рис. 4, 5. Нервові імпульси, що приходять із мотиваційних центрів мозку, накладаються в проекційній корі на сліди сенсорного збудження. У цих умовах доречно розглянути відділи середнього мозку, причетні до пам'яті та емоційного стану учня.

- Сигнали від сенсорів надходять у проекційну первинну кору. Зокрема для зорової кори це 17 зона за Бродманом (рис. 2, 3); далі збудження передається в асоціативну або вторинну кору. Для зорових стимулів – нижньоскроневу.
- Зоровий образ, що утворюється збудженням, порівнюється з еталоном в асоціативній вторинній корі та розпізнається (18, 19 зони).
- У третинній корі, що об'єднує зорову і слухову модальності, зоровий образ перекодується у відповідний вербальний.
- До цього процесу можуть бути причетні 37,
- 39, 22 зони. У 37 зоні локалізовано розуміння іменників, а в 39 – письмо, читання, конструктивні дії. Область Верніке
- (22 зона) відповідає за розуміння мови.
- Потім збудження переходить до енторинальної кори, що міститься на внутрішній поверхні скроневої частки півкуль (28 зона).
- Ця кора – сполучна ланка
- між асоціативними областями неокортекса й гіпокампом.
- Далі імпульси збудження попадають у гіпокамп, який формує емоційне ставлення
- до сприйнятої інформації. Після цього збудження переміщуються в мотиваційні центри проміжного мозку – таламус та гіпоталамус.
- Звідти збудження повертаються за системою дифузних проекцій у кору мозку, в тому числі й у зони

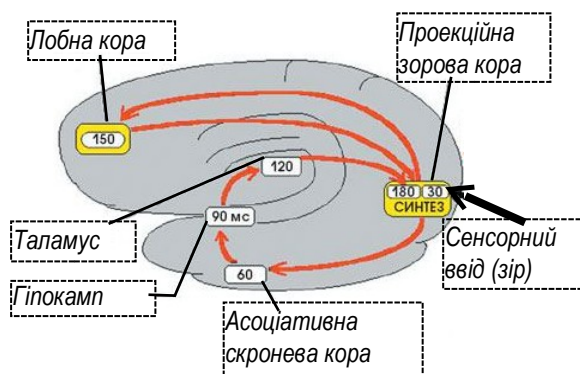


Рис. 5. Консолідація нової інформації в довготривалій пам'яті – асоціативній корі [6; 7]

Таламус відповідає за первинну обробку, транзит та перерозподіл інформації на шляху від сенсорів до кори головного мозку (виняток нюх). У ньому є чотири основні ядра, що відповідають за зорову, слухову, тактильну інформацію та відчуття рівноваги й балансу. Таламус відіграє важливу роль у запам'ятовуванні. Пошкодження таламуса призводить до антиретроградної амнезії – порушення переміщення інформації з короткочасної в довготривалу пам'ять.

Гіпоталамус розміщений під таламусом та утворює з гіпофізом єдиний функціональний комплекс, у якому перший відіграє регульовальну, другий – ефекторну роль. Гіпоталамус підтримує організм у рамках адаптивних, гомеостатичних параметрів, необхідних для підтримання життя. Він відповідає за регуляцію циклів теплообміну, дихання, сну-неснування; угамування голоду, спраги, статевого потягу. Незбалансованість цих потреб – найсильніший мотиваційний і поведінковий чинник, що може нівелювати будь-яке навчання. Гіпоталамус ще називають «стресовим центром».

Мигдалина (Амігдала) з'єднана нервовими волокнами з гіпоталамусом та відповідає за рішення атакувати чи втікати, злучатися чи ні, заковтувати чи ні. Амігдала надає швидку, передкогнітивну, афективну оцінку ситуації з погляду її значення для виживання, відіграє ключову роль у формуванні емоцій. Мигдалина бере участь у формуванні і негативних (страх), і позитивних емоцій (задоволення). Тому збудження, викликані агресією чи страхом, сильно впливають на навчання.

Гіпокамп, «морський коник», складений із двох довгих структур, прикріплених усередині скроневих ділянок мозку. Гіпокамп виділяє і утримує в потоці зовнішніх стимулів важливу інформацію, виконуючи функцію менеджера короткочасної пам'яті. Він бере участь у кодуванні навколишнього простору (просторова пам'ять). Далі він переказує інформацію в довготривалу пам'ять. Гіпокамп у людей задіяний також і у словесній пам'яті. Гіпокамп у тварин спеціалізований тільки для оволодіння простором. При ураженні гіпокампу виникає синдром Корсакова – захворювання, при якому хворий утрачає пам'ять на поточні події при збереженій довготривалій пам'яті.

Представлений вище аналіз засвідчує, що процес навчання детермінується нейрокогнітивними механізмами короткочасної пам'яті, свідомості та уваги. На навчання також суттєво впливає ієрархічність слідів пам'яті та емоційний стан учня.

Навчальне програмування та поле уваги. Для учня, що перебуває в процесі навчального практичного програмування, важливий момент зв'язку між записаним словом, наприклад, оператором мови програмування і реакцією обчислювальної машини на нього. Також важливий момент виділення та розпізнання програмного фрагмента, у якому деяка логічно завершена сукупність слів виділяється учнем з програмного тексту та зіставляється з окремим словом, що характеризує статичний або динамічний образ на екрані. Це поодинокі слово або словосполучення узагальнює дію програмного фрагмента, що розглядається. На рис. 1 цей процес виділення та кодування позначений стрілкою, що пов'язує сенсорну й короткочасну пам'ять.

Діагностика процесів уваги та поточна допомога вчителя. Програмування – і навчальне, і професійне – ґрунтується на абстрактно-логічному мисленні. Технологи

програмування емпірично знайшли методи низхідної покрокової деталізації та модульного програмування [10; 11], у яких у рафінованому вигляді проявляється специфіка абстрактно-логічних дій.

У контексті представленої моделі стає зрозумілою методична мета викладача інформатики, що підтримує практичну навчальну діяльність учня з програмування в поточний момент часу. Діагностуючи діяльність учня з програмування на короткому часовому діапазоні, викладач з'ясовує найближчу перспективу дій. Це може бути або один дедуктивний (деталізація) крок, або один індуктивний (узагальнення). У випадку дедуктивного кроку повинна відбутися деталізація поточної задачі на кілька підзадач (максимум 7 ± 2). У випадку індуктивного – ця діяльність повинна завершитися редагуванням поточного програмного фрагмента та його випробовуванням. Фрагмент може складатися з кількох конкретних (операторів) і синтетичних компонентів. У склад синтетичного компонента входить кілька операторів, які сприймаються цілісно. Сукупність цих понятійних одиниць повинна скласти логічно завершену конструкцію.

Ієрархічна конструкція програми (в усіх деталях), що формується в декларативній довготривалій пам'яті, не може бути усвідомлена одномоментно, тобто за один сеанс концентрації уваги (маються на увазі навчальні програми від 10 і більше операторів). Однак упродовж кількох пов'язаних між собою сеансів концентрації уваги можна охопити

навчальну програму в кілька десятків операторів. Розмір професійних програм може сягати більше сотні тисяч операторів. Охопити таку програму можна тільки в режимі багаторазового переведення уваги.

Модельна графічна формалізація ментальної структури. Пропонуємо проаналізувати навчальний процес за допомогою графічно формалізованої ментальної структури, що відповідає комп'ютерній програмі (рис. 6). Подібний підхід до дослідження навчальних процесів розглянуто в роботі [12]. На рис. 6 представлено програму на мові Паскаль, що здійснює сортування букв у текстовому файлі. 16 операторів програми пов'язані між собою ієрархічною надбудовою, що міститься у великому трикутнику, позначеному пунктирною лінією. Кружечки в тонованих трикутниках відповідні логічно завершеним понятійним конструкціям. Кожна така конструкція може бути охоплена за один сеанс концентрації поля уваги. Ці

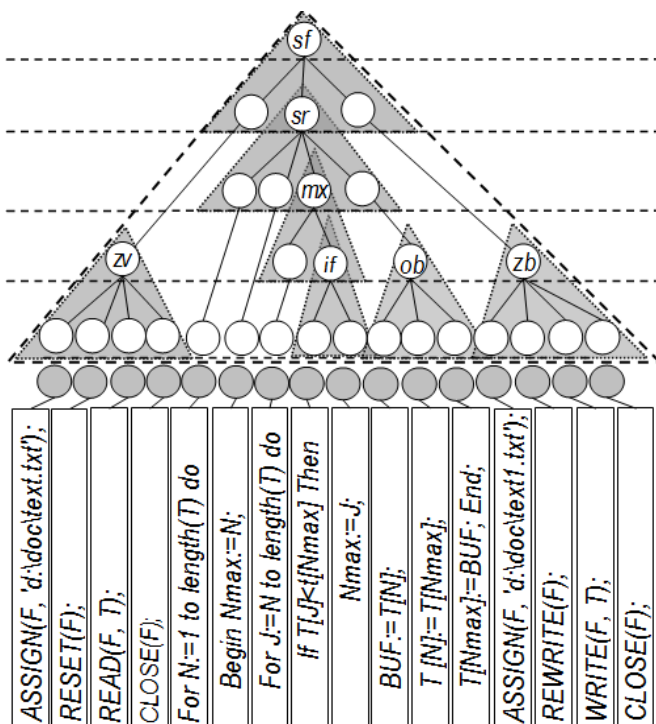


Рис. 6. Когнітивна схема навчального об'єкта та відповідний йому текст фрагменту програми

трикутники будемо надалі називати конструктами. Програма як цілісний об'єкт позначена на схемі буквами *sf* (*sort file*) в кружечку, що перебуває у вершині великого трикутника. Очевидно, що створення цієї програми вимагає розв'язку багатьох проміжних задач: пошук більшого з двох (*if*), обмін значеннями між двома елементами рядка (*ob*), одноразовий

пошук максимального в рядку (mx), сортування в рядку (sr), завантаження (zv) та збереження файлу (zb).

Модельний механізм навчального процесу. Інформація, що міститься в довготривалій пам'яті, може усвідомитися тільки невеликими порціями, розмір яких корелює з обсягом короткочасної пам'яті. Концентрація уваги на тих чи тих аспектах діяльності викликає в короткочасну пам'ять потрібну інформацію. Цей процес можна назвати згадуванням. Цілісне ментальне відображення програми, що охоплює всю понятійну конструкцію (трикутник позначений штрихованою лінією), формується в довготривалій пам'яті й ніколи не усвідомлюється повністю в усіх деталях одночасно. Формування і усвідомлення механізму роботи програми відбувається порціями, що охоплюються полем уваги. Ці порції обмірковуються в короткочасній пам'яті. Зрозуміло, що обмірковування в межах конструкта sf є обмірковуванням усієї програми в найбільш загальних рисах. Обдумування механізму дії кожного з конструктивів if , ob , zv , zb максимально конкретизоване й відбувається на рівні окремих операторів мови програмування. Перехід у режимі дедукції від обмірковування конструкта sf до ментальних дій стосовно if можливий тільки через ланцюг $sf \rightarrow (sr, zv, zb) \rightarrow (mx, ob) \rightarrow if$. Індуктивні абстрактно логічні дії, що супроводжуються написанням програми та випробовуванням відповідних фрагментів, можливі тільки в зворотному порядку $sf \leftarrow (sr, zv, zb) \leftarrow (mx, ob) \leftarrow if$. Зрозуміло, що переходи від конструкта до конструкта супроводжуються перезавантаженням поля уваги.

На рис. 1 запам'ятовування на тривалий час позначено стрілкою від КП до ДП пам'яті, а згадування – це зворотна стрілка від ДП до КП.

Методичний і діагностичний аспект викладання інформатики в контексті уявлень про короткочасну пам'ять вимагає підтримки учнів у процесі розв'язування окремих допоміжних задачок відповідних окремим конструктам. Аспект же викладання, пов'язаний із довготривалою пам'яттю, вимагає методичних і діагностичних розробок, що підтримують утворення в декларативній довготривалій пам'яті цілісних ієрархічних структур, що є відображенням і всієї сукупності окремих конструктивів, і зв'язків між ними. Пересування конструктами згори вниз і знизу згору забезпечується рафінованим абстрактно-логічним мисленням, що включає дедуктивну та індуктивну діяльність, аналіз, синтез, абстрагування, конкретизацію, узагальнення. Ефективне формування навичок абстрактно-логічних, причинно-наслідкових інтелектуальних дій у процесі вивчення інформатики має велике загальноосвітнє і професійне значення.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Масштабування поняттями в процесі мислення є специфічною реакцією на обмеженість поля уваги. Абстрактно-логічне мислення як феномен забезпечується спектром понять різного ступеня узагальненості. Це проявляється і на практичних, і на лекційних заняттях з інформатики.

2. У процесі виконання навчального завдання з програмування задача повинна бути представлена логічно завершеними підзадачами, кожна з яких за кількістю компонентів, якими має оперувати учень в процесі роботи, повинна вкладатися в межі короткочасної пам'яті.

3. Переходи між підзадачами в практиці навчального програмування реалізуються за двома стратегіями. Стратегія від загального до конкретного вимагає покрокової низхідної деталізації алгоритму, а стратегія від конкретного до загального уособлюється в методології модульного програмування. На кожному етапі розмір порції навчального матеріалу, на якому концентрується увага, не повинна перевищувати число Міллера.

4. Навчальний матеріал, що вивчається на лекції, має розбиватися на невеликі логічно завершені порції. У кожній порції не більше 7 ± 2 нових компонентів. Перезавантаження

короткочасної пам'яті призводить до втрати окремих частин нового матеріалу. Кожна порція повинна мати проміжний висновок. Сукупність цих висновків породжує висновки наприкінці заняття.

5. Понятійна структура розв'язку задачі з програмування або та, що відповідна новому лекційному матеріалу, повинна мати ієрархічний вигляд. Саме ієрархія пов'язує частини розв'язку або лекції. Пересування такою ієрархічною конструкцією в процесі викладання або в діях щодо розв'язування задачі можливе двома способами: від загального до конкретного або від конкретного до загального.

6. У стратегії викладання від загального до конкретного кожна порція нового матеріалу починається концептуальною позицією, яка розтлумачується в режимі деталізації й аплікацій. Наприкінці заняття інформація знов згортається у висновках. Стратегія викладання від конкретного до загального дає змогу формувати в кінці свого логічного розвитку узагальнені висновки.

7. Формалізація структури знань у вигляді ієрархічних структур відкриває шлях до модельного представлення процесів мислення та навчання. Найбільшою мірою це стосується програмних об'єктів, класифікації програмних й апаратних засобів обчислювальної техніки, баз даних, мережевих структур Інтернету, схемотехнічної реалізації апаратних засобів обчислювальної техніки, меню програмних об'єктів тощо.

8. У процесі викладання потрібні кількаразові повтори нового, які добре узгоджуються зі старим матеріалом. Адже утворення нових нейронних зв'язків вимагає часу. Формування нових зв'язків повинно ґрунтуватися на вже утворених нейронних структурах. Жодна інформація не може бути абсолютно новою. Кожна порція нового матеріалу модифікує те, що вже є в пам'яті.

9. Гіпокамп, мигдалини, таламус і гіпоталамус, що є частинами лімбічної системи та складовими частинами середнього мозку, відповідають і за консолідацію в довготривалій пам'яті, через короткочасну, нового матеріалу, і за чуттєву сферу. Тому інформація в короткочасній пам'яті може втратитися при різкій зміні настрою на занятті.

10. Зосередження уваги на абстрактних відсторонених темах інформатики може не досягатись в умовах спраги, голоду, холоду, страху, власної агресії, сексуального збудження. Однак малоемоційний фон заняття породжує слабку мотивацію до вивчення матеріалу.

Джерела та література

1. Андерсон Дж. Когнитивная психология. – 5-е изд. / Дж. Андерсон. – СПб. : Питер, 2002. – 496 с.
2. Блум Ф. Мозг, разум и поведение / Ф. Блум, А. Лейзерсон, Л. Хофстедтер. – М. : Мир, 1988. – 248 с.
3. Головін М. Б. Зміст підготовки висококваліфікованого фахівця з інформаційних комп'ютерних технологій у контексті когнітивних процесів (на прикладі програмування) / М. Б. Головін // Інформаційні технології в освіті. – Вип. 2. – Херсон : [б. в.], 2008. – С. 66–73.
4. Дал У. Структурное программирование / У. Дал, Э. Дейкстра, К. Хоар. – М. : Мир, 1975. – 246 с.
5. Иваницкий А. М. Сознание и мозг / А. М. Иваницкий // В мире науки. – 2005. – Ноябрь. – № 11. – С. 84–94.
6. Иваницкий А. М. Мозговая основа субъективных переживаний – гипотеза информационного синтеза / А. М. Иваницкий // Журн. высш. нервн. деятельности. – 1996. – Т. 46, № 2. – С. 241–252.
7. Miller George A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two / George A. Miller // The Psychological Review, 1956, vol. 63, Issue 2, pp. 81–97.
8. Найссер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии / У. Найссер. – М. : Прогрес, 1981. – 225 с.
9. Физиология человека : в 3 т. Т. 1 : пер. с англ. / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – 3-е изд. – М. : Мир, 2005. – 323 с.
10. Холодная М. А. Психология интеллекта: парадоксы исследования / М. А. Холодная. – СПб. : Питер, 2002. – 272 с.

11. Хьюз Дж. Структурный подход к программированию / Дж. Хьюз, Дж. Митчом. – М. : Мир, 1980. – 276 с.
12. Чуприкова Н. И. Психология умственного развития: принцип дифференциации / Н. И. Чуприкова. – М. : Столетие, 1997. – 478 с.

Головин Николай. Методика преподавания программирования в контексте трехкомпонентной модели памяти. Рассмотрены методические аспекты преподавания практического учебного программирования в контексте трехкомпонентной модели памяти, нейрокогнитологической интерпретации этой модели и графической формализации ментальной, когнитивной, структурной схемы объекта обучения – программы. Рассмотрено влияние на обучение эмоциональной составляющей нервной деятельности. Представлена оригинальная модель учебного процесса, механизм которого базируется на графически формализованной когнитивной структурной схеме объекта изучения. На примере абстрактно-логических действий, происходящих в процессе освоения практического программирования описана работа модели. Показано, что представленные подходы позволяют детализировать когнитивные процессы, происходящие в поле внимания при учебных действиях в отношении таких сложных объектов, как программы. Материалы статьи предоставляют теоретическую платформу для широкого спектра методических рекомендаций. Часть таких рекомендаций представлена в работе.

Ключевые слова: учебное программирование, методика преподавания, когнитивная психология, познавательная схема, ментальный образ объекта.

Golovin Mykola. Methodology of Programming Teaching in the Context of Three Component Model of Memory. Methodological aspects of studying practical programming in the context of three component memory model and neurocognitive interpretation of this model and graphical formalization of mental, cognitive structural scheme of the studying object of the program are regarded. The influence of emotional component of the nervous system on education is considered. The original model of scientific process, the mechanism of which is based on graphical formalized, cognitive structure scheme of the study object is presented. The functioning of the model is described on the example of abstract-logical actions, which are taking place in the process of practical programming. It is showed that presented approaches allow to detailise cognitive processes that are taking place in the memory field during scientific actions concerning such complex objects as a program. Materials of the article give theoretical platform for the wide spectrum of methodological recommendations. A part of those recommendations is presented in this work.

Key words: studying programming, methodology of teaching, cognitive psychology, cognitive scheme, mental image of the object.

Стаття надійшла до редколегії
27.11.2013