© Т.М.Деркач, 2012
ISSN 2076-8184. Інформаційні технології і засоби навчання. 2012. №3 (29).
Режим доступу до журналу: http://www.journal.iitta.gov.ua

УДК 004.9:159.9.072

Деркач Тетяна Михайлівна, кандидат хімічних наук, докторант кафедри педагогіки та психології вищої школи, доцент, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ, e-mail: derkach@mail.ru

ЗАПОБІГАННЯ КОГНІТИВНОГО ПЕРЕНАВАНТАЖЕННЯ СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ РЕСУРСІВ

Анотація

У статті узагальнені дані щодо аналізу наукової літератури, які стосуються можливостей запобігання когнітивного перенавантаження студентів під час навчання з використанням електронних ресурсів. На їх основі сформульовані загальні принципи, яких треба дотримуватися під час проектування і застосування динамічних візуалізацій. Описані окремі прийоми, що дозволяють коригувати когнітивне навантаження студентів. Розглянуті принципи можуть слугувати орієнтиром для розроблення і перевірки ефективності методик викладання. Їх дотримання дозволить викладачам свідомо й ефективно використовувати можливості інформаційних технологій і адаптувати електронні ресурси до різних груп студентів з урахуванням педагогічних, фізіологічних та психологічних факторів.

Ключові слова: інформаційні технології, електронні ресурси, когнітивне навантаження.

Постановка проблеми. У підготовці майбутніх фахівців хімічних спеціальностей під час вивчення базових дисциплін широко застосовується візуалізація даних. Візуалізація в загальному значенні – метод представлення інформації у вигляді зображення. В електронних ресурсах (ЕР) візуалізації можуть: бути статичними (наприклад, у вигляді рисунків, фотографій, графіків, діаграм, структурних схем, таблиць тощо), динамічними (відео, мультиплікації) або комбінованими (презентації, динамічні графіки і діаграми тощо); відображати об’єкти, явища, процеси наближено до їх реального вигляду або схематично;

віддзеркалювати абстрактні уявлення; надавати можливості для імітації дій і моделювання тощо.

Термін «електронні ресурси» вміщує такі аспекти поняття, як цифрова форма фіксації даних, комп'ютерні засоби та програмне забезпечення (ПЗ) для їх відтворення і керування, електронне середовище для розповсюдження (комп'ютерні мережі і засоби телекомунікаційного зв'язку). З розвитком інформаційних технологій (ІТ) постійно з'являються нові види ЕР. Тому, переліки термінів, які позначають види електронних ресурсів завжди будуть приблизними, не закінченими. Термінологічного стандарту щодо різновидів ЕР на сьогодні не існує, більшість термінів подано у низці довідників і словників з інформаційних і комп'ютерних технологій, а також у наукових публікаціях з відповідної тематики [1]. Але це не остаточний матеріал, дослідження еволюції ЕР продовжується, також як і узагальнення інформації про специфічні ознаки для розвитку їх типології.

Дотепер точно не з'ясовано, у формі яких зображень (статичних, динамічних, інтерактивно-динамічних та ін.) повинні бути представлені дані для організації ефективного навчання. Невдале поєднання в робочому вікні програми (на проекційному екрані, інтерактивному плакаті тощо) надто багатьох зайвих повідомлень може не тільки не поліпшити засвоєння матеріалу, а й призвести до значного погіршення його розуміння [2]. Однак нерідко вчені, розглядаючи особливості дизайну матеріалів в ЕР, не приділяють достатньо уваги виявленню оптимальних варіантів поєднання навчальних даних. Для хімії, як і для інших природничих наук, можна знайти лише поодинокі відомості про результати подібних досліджень. Це актуалізує необхідність систематизації існуючих даних наукової літератури, формулювання на їх основі рекомендацій щодо організації педагогічно виваженого використання ЕР у навчанні різним наукам [2, 3], продовження досліджень у цьому напряму.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основою для передбачення ефективності навчання із застосуванням матеріалу, поданому у різному вигляді, служить теорія когнітивного навантаження [4, 5]. Основні положення теорії й аналіз сучасних методів вимірювання когнітивного навантаження наведено в попередній роботі автора [6]. Найчастіше виділяють внутрішнє (визначається складністю змісту матеріалу, пов'язане з кількістю елементів, що повинні оброблятися і зберігатися

у робочій пам’яті одночасно) і зовнішнє когнітивне навантаження. Останнє поділяють на стороннє (пов'язується з необхідністю здійснення додаткового зусилля через невідповідний формат навчальних даних) і релевантне (характеризує ступінь зусилля, необхідного для оброблення, внутрішньої організації, інтеграції та конструювання когнітивних схем даних).

Повне когнітивне навантаження характеризується адитивністю – дорівнюватиме сумі всіх трьох видів навантаження. Ця властивість дає основу для прогнозування ефективності роботи з будь-якими мультимедійними ресурсами і запобігання надмірного підвищення когнітивного навантаження [7, 8]. Внутрішнє навантаження вважають незмінним, тому розробники електронних навчальних засобів, в основному, можуть керувати стороннім і релевантним навантаженням.

У літературі достатньо повно розглянуті прийоми зниження когнітивного навантаження під час роботи зі статичними зображеннями і мультимедійними презентаціями. Висновки вчених корелюють між собою й у більшості випадків є визначеними (дані узагальнені у працях [9, 10]). Іншою є ситуація із застосуванням динамічних візуалізацій. Багато дослідників вважають неоднозначними дані щодо ефектів від їх використання, і намагаються з'ясувати умови, за яких застосування динамічних візуалізацій допомагає вивченню дисциплін [11–26].

Теорію ефективного застосування ЕР необхідно розвивати в контексті предметних галузей. Проектувальник навчального електронного ресурсу повинен точно розуміти: як візуально представити визначений науковий зміст; як саме обраний тип подання візуальних матеріалів вплине на когнітивне навантаження тих, хто навчається; які використовувати засоби управління в інтерфейсі тощо. У галузі вивчення хімії існує небагато відомостей про такі дослідження.

Тому, **метою** роботи стало узагальнення даних щодо аналізу наукової літератури, які стосуються навчання різних предметів із застосуванням електронних ресурсів, і формулювання на їх основі загальних принципів, а також описання окремих прийомів, що дозволяють коригувати когнітивне навантаження студентів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно теорії когнітивного навантаження оброблення мозком людини інформації, поданої у вигляді зображення, вимагає меншого розумового зусилля, ніж оброблення описових даних [16]. Автори роботи [11], посилаючись на дані метааналізу результатів 26 досліджень, показують

повну перевагу динамічної візуалізації зображень порівняно зі статичною в тому випадку, коли вона носить змістовний характер, а не декоративний.

Р. Морено [15] вважає, що вивчення відбувається, коли учні активно будують послідовне і пов'язане представлення знань. Відповідно до теорії Майера цей процес включає: а) значущу взаємодію з навчальними матеріалами; б) релевантний вибір словесних і невербальних даних; в) організацію даних у відповідні розумові моделі або уявлення; д) інтеграцію нових уявлень з наявними знаннями. Коли студенти мають низькі початкові знання, їх когнітивне навантаження завжди буде високим. Додаткове пізнавальне навантаження може виникати за рахунок невдалого дизайну навчальних ресурсів.

Дані робіт [11–26] дозволяють сформулювати два основних принципи, яких треба дотримуватися під час проектування і застосування динамічних візуалізацій: розподілу уваги і суміжності. Перший з них стверджує, що ефективному розумінню мультимедійних матеріалів перешкоджає розподіл уваги студентів, який виникає під час уявного об'єднання кількох джерел інформації, просторово або тимчасово неузгоджених. Наприклад, такий ефект спостерігається у вивченні матеріалів, де: відео супроводжуються підзаголовками; мультиплікації мають пояснювальні тексти, які змінюються разом з нею динамічно; відео і мультиплікація представлені поруч й демонструються одночасно тощо. Якщо обидва джерела даних важливі для розуміння і якщо матеріали мають відносно високий рівень складності – студент відчує ефект розподілу уваги. Щоб його уникнути, проектувальники повинні об'єднувати джерела, змінюючи їх розташування і час подання.

На думку авторів роботи [21], динамічна візуалізація полегшує вивчення, оскільки допомагає відчувати студентам часові зміни або рух у системі. Вивчення із застосуванням статичної візуалізації вимагає, щоб студенти подумки представляли часові зміни, що потребує більше пізнавальних зусиль, ніж сприйняття. Однак під час розгляду динамічних зображень виникають складнощі, оскільки студенти повинні обробити видимі дані в даний час, водночас пам'ятати раніше подані відомості, зрозуміти зв'язок між ними й об’єднати їх. Усе це може викликати ефект розподілу уваги. Статичні візуалізації такого недоліку не мають, крім того їх можна багаторазово розглядати повторно [25]. Для динамічної візуалізації також можливе

неодноразове програвання, проте ефект розподілу уваги повторюється під час кожного перегляду.

Автори роботи [13] вважають основним плюсом мультиплікації можливість представлення візуально-просторових властивостей явищ прямим способом, полегшуючи сприйняття даних людиною. Однак, важливим мінусом визнають накладення деяких вимог для додаткового оброблення даних, які можуть втрутитися в процес навчання. Як наслідки виникають:

- труднощі, викликані необхідністю зосередитися на самих релевантних частинах мультиплікації в умовах, коли виділяються несуттєві деталі;
- обмеження, пов'язані з кількістю часу, протягом якого досліджуваний елемент знаходиться на екрані, і зникає раніше, ніж студенти встигають його ідентифікувати. Швидкоплинність інформації може пригнічувати пізнавальну діяльність;
- надмірно пасивне сприйняття даних, коли студенти не здійснюють пізнавальних дій, необхідних для більш глибокого розуміння.

Автори [21] пояснюють можливу неефективність викладання із застосуванням мультиплікації виникненням стороннього навантаження, яке погіршує або взагалі унеможливлює вивчення. Розвиваючи цей аргумент далі, вони показують, що найбільший позитивний ефект відбувається тоді, коли мультиплікація зображує дії, притаманні людині. У такому випадку дані сприймаються легше і студент витрачає менше розумових зусиль. Такий висновок збігається з результатами метааналізу, за яким найсильніший ефект від застосування мультиплікації був виявлений для отримання процедурного моторного знання. Також він підтверджується даними біологічних досліджень. Динамічна візуалізація навчального матеріалу, що імітує або нагадує людські рухи, автоматично викликає у людини процес відтворення системою «дзеркальних нейронів» [21, 27], яка пов’язує сприйняту інформацію з діями, що виконувалися раніше.

За результатами метааналізу автори [20] роблять висновок, що найбільша частина описаних в літературі динамічних візуалізацій зображає природні процеси (наприклад, фізичні і хімічні явища). За їх допомогою розглядають технічні системи (функціонування гідравлічного насоса, установки для дистиляції тощо) або ж відтворюють абстрактні процеси. Найефективнішими же виявляються динамічні

візуалізації дій, пов’язаних з людським рухом (складання частин конструкцій, орігамі, вивчення спортивних рухів тощо). Набагато менша ефективність спостерігається для задач, які демонструють механічні, біологічні, хімічні дії або абстрактні процеси, для яких візуалізація в даний час найчастіше застосовується.

Однак, на думку вчених, це не означає, що динамічна візуалізація повинна бути обмежена демонстрацією людей, які виконують завдання. Вона може включати комп'ютерну анімацію, де люди безпосередньо не зображені, але рух, спрямований на об'єкт вивчення, повинен легко зв'язуватися з людськими діями. Для цього можна застосувати агента, який виконує рух, або зобразити дію неявно, показуючи її характерним пересуванням об'єктів (закріплення лапки у штативі, згинання паперу).

За відсутністю достатньої кількості даних у вивченні різних дисциплін, сформульовані висновки можна вважати гіпотезою, яку слід перевіряти в предметних галузях. Однак, спираючись на вже отримані результати, можна сформулювати деякі рекомендації. Підвищити продуктивність вивчення матеріалу, поданого у вигляді динамічних візуалізацій, що не зображають людський рух, можна зменшуючи стороннє когнітивне навантаження, яке викликає швидкоплинність показу мультиплікації. Універсально це досягається наданням можливості руху по кроках, сегментацією даних, використанням смислових акцентів, зміною швидкості демонстрації. Але результат і ефективність застосування кожного з названих прийомів потрібно досліджувати для конкретних предметних навчальних матеріалів.

Крім вищеназваних, можна сформулювати додаткові принципи дизайну динамічних моделей і мультиплікації. А саме принцип: смислових акцентів (міток); кольору, який кодує; інтеграції різноманітних представлень.

У сучасній літературі мітками або зовнішніми сигналами (cues – англ. мов.) [8, 12] називають елементи дизайну ЕР, які направляють увагу тих, хто навчається, на важливі аспекти навчального матеріалу. Мітки застосовуються для зменшення часу, потрібного людині для знаходження ключової інформації у навчальних матеріалах (цей факт ілюструє можливість зниження стороннього когнітивного навантаження). А також, щоб допомогти учням структурувати інформацію, ідентифікувати дані певного типу, сегментувати їх та направляти увагу на найбільш доречні (це ілюструє можливість підвищувати релевантне когнітивне навантаження засобами інформаційних технологій). Розрізняють звукові (озвучений

текст, або просто звук, чи тон) і візуальні (виділення кольором, стрілки, підсвічування, висування на перший план тощо) мітки.

У роботі [11] описано дослідження, результати якого дозволили поліпшити розуміння навчального потенціалу застосування зовнішніх сигналів у мультиплікації. Були вивчені три види смислових акцентів:

а) мітки вибору, які привертають увагу до певного розташування навчальних елементів;

б) організаційні мітки, які підкреслюють структуру;

в) мітки інтеграції, що пояснюють відносини між навчальними елементами і в межах кожного з елементів.

Ефекти досліджували для представлення зовнішніх сигналів у таких варіантах:

а) зміна масштабу зображення або вказівної стрілки;

б) контрастна і візуальна унікальність елементу;

в) динамічний контраст показу, такий як безперервна часова маніпуляція;

г) зміна швидкості показу і розміру зображення одночасно (наприклад, уповільнення мультиплікації, коли релевантні повідомлення висуваються на перший план).

Автори показали, що порівняно з текстами і статичними зображеннями зовнішні сигнали в мультиплікації не показують явно виражених переваг для залучення уваги до навчальних елементів. Організаційні мітки і мітки інтеграції під час вивчення динамічного матеріалу вимагають більшої кількості пізнавальних дій учнів, тому результати навчання можуть бути гіршими, ніж у разі використання аналогічних міток для статичних зображень. Тому зовнішні сигнали, призначені для полегшення певного типу оброблення даних, можуть втрачати свій навчальний потенціал. Наприклад, додавання стрілки, яка переміщається, показуючи напрям руху, є вигідним для статичної візуалізації. У мультиплікації ж рухлива стрілка сприймається як ще один елемент динамічного зображення, який треба інтегрувати з іншими, що може заважати процесу навчання, підвищуючи навантаження. Залучення уваги за таких умов найкраще здійснюється за допомогою динамічного контрасту (уповільнення, зміна напрямку руху тощо).

Під час вивчення матеріалу студентам іноді доводиться розділяти або поєднувати різні частини динамічних даних у мультиплікації (наприклад, явища на

макрорівні можуть складатися з подій на мікрорівні). Тоді ідентифікація взаємопов'язаних елементів стає для них достатньо важким завданням. Для полегшення структурування елементів використовуються такі прийоми:

для означення елементів, які формують єдність, їх зафарбовують одним кольором (так зване «кодування кольором»);

швидкість програвання мультиплікації використовується як акцент для підкреслення рівня організаційної ієрархії понять. На більш високих швидкостях більш суттєвою є макроінформація, на більш низьких – більш помітними стають мікроподії. Багаторазове відтворення мультиплікації на різних швидкостях допомагає зрозуміти студентам різні рівні цілої динамічної структури.

Як недоліки застосування міток можна назвати можливість: відволікання, невизначеності, складності інтеграції навчальних елементів тощо. Відволікання відбувається, коли людина приділяє більше уваги одній інформації на шкоду іншій. Інше ускладнення – невизначеність в ідентифікації використання кольорів у візуальних уявленнях [28]. Перевага кольорового виділення стає значною тоді, коли колір має визначений зв'язок із даними. Якщо колір тільки частково корелює з контентом, користувач не може використовувати його як унікальний критерій вибору для прийняття рішень, і колір не має переваги перед ахроматичними атрибутами. Кольорове маркування може стати навіть недоліком міток із когнітивної точки зору. Люди створюють розумову модель, у якій кольори пов'язані з певними категоріями даних. Коли застосовують кілька наборів кольорових маркувань, когнітивне навантаження користувачів значно збільшується через необхідність переключення між схемами кодування. Крім того, множинні схеми кольорів часто призводять до ситуації, коли той самий колір набуває декількох значень або різні кольори позначають однаковий зміст.

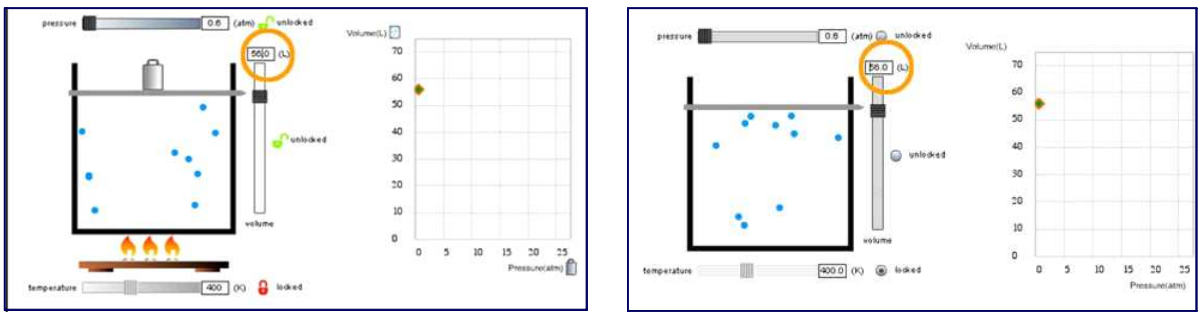
Для запобігання підвищення когнітивного навантаження під час роботи з ЕР студентів необхідно підготувати так, щоб вони чітко визначили для себе призначення кольорів. Бажано також постійно застосовувати певну систему кольорового кодування, яка б відповідала специфіці науки.

На ефективність міток може сильно впливати рівень попередньої підготовки студентів. Наприклад, спрямованість уваги новачків до істотних частин мультиплікації компенсує брак у них готових схем і звільняє пізнавальні ресурси для

релевантних дій. Однак, коли рівень знань тих, хто навчається, зростає і вони набувають здатності самостійно виділяти відповідні частини мультиплікації, візуальні репліки стають надмірними. Студенти не можуть їх проігнорувати, це викликає додаткове навантаження і знижує ефективність навчання. Такий результат широко описаний у літературі і має назву «ефекту анулювання експертизи» (у перекладі з англ. мов. [11, 16]). У загальнішому вигляді ефект пов'язують з тим, що із збільшенням кількості знань у студентів деякі елементи управління навчальним мультимедійним матеріалом стають надлишковими і знижують ефективність роботи. Це відбувається через витрачання частини розумових зусиль людини на розпізнавання й інтегрування непотрібних для розуміння матеріалу елементів дизайну. Особливо ефект виявляється, коли студенти не можуть проігнорувати або якось інакше уникнути оброблення надлишкових пояснень.

У. Шноц [22] наводить докази того, що у вивченні матеріалу, поданого по-різному (графічно або символічно), когнітивне навантаження студентів частково залежить від рівня їхніх попередніх знань. Це треба враховувати, обираючи форму візуального представлення навчального матеріалу. Інтерпретація символічних даних вимагає наявності більшої кількості попередніх знань. Графічні зображення можуть розпізнаватися інтуїтивно. Тому їх краще сприймають особистості, що мають низькі попередні знання, або новачки. Із зростанням знань інтерпретація символів стає автоматизованою, тому надалі можна передавати навчальні дані за їх допомогою.

На рис. 1 наведений приклад представлення в ЕР моделі для вивчення теми «Газові закони», де параметри досліду показані графічно (температура і тиск представлені асоціативно – у вигляді вогню та гирі, рис. 1 а) або у вигляді символів (рис. 1 б).



а) б)

Рис. 1. Приклад моделі для вивчення теми «Газові закони», де параметри показані: а) асоціативно; б) у вигляді символів

Важливим елементом дизайну ЕР є можливість інтерактивного вивчення по кроках динамічної візуалізації. Результати багатьох експериментів підтвердили поліпшення навчання за таких умов. Імовірно, це відбувається через збільшення релевантного навантаження і мотиваційних факторів спонукання до навчання студентів. Автори [17] описують позитивний ефект поступового введення нових даних маленькими прирощеннями в низькому темпі під час вивчення студентами складного матеріалу (великоформатних електронних таблиць).

Одним із способів зниження когнітивного навантаження під час роботи з ЕР є використання педагогічних агентів [15]. Педагогічний агент може полегшити організацію й інтеграцію матеріалів студентами, забезпечуючи пояснювальний зворотний зв'язок під час їх вибору. Це зменшує стороннє навантаження, оскільки ті, хто навчаються, не шукають ймовірного пояснення правильності чи неправильності власних дій. Що, у свою чергу, дозволяє їм витрачати більше зусиль на побудову схем знань, і, згодом, призводить до кращого вивчення. У середовищі з мінімальним зворотним зв'язком (коли фіксується лише правильність відповіді) студенти повинні самі вибрати, організувати й об'єднати різноманітні відомості. Якщо вони відчувають нестачу попередніх знань, така діяльність дуже сильно підвищує когнітивне навантаження. Схожі висновки містить робота [29], автор якої у вигляді емпіричних принципів формулює рекомендації для розробників мультимедійних навчальних засобів (МНЗ). Коротко вони описані у табл. 1.

Таблиця 1

Принципи дизайну МНЗ для самостійної роботи студентів [29]

Зміст / **Назва принципу**	Студенти навчаються краще, якщо:
Керованої діяльності	Їм дозволено взаємодіяти з педагогічним агентом
Обмірковування	Їх просять розмірковувати над правильними відповідями (або піддавати сумніву) у процесі виконання завдання
Зворотного зв'язку	Вони мають пояснювальний зворотний зв'язок

Зміст / Назва принципу	Студенти навчаються краще, якщо:
Управління темпом	Їм дозволено керувати темпом подання навчальних матеріалів
Попереднього навчання	Вони отримують спеціальне попереднє навчання, що активізує відповідне знання

Автори роботи [14] досліджували результати навчання студентів-медиків із застосуванням статичних зображень з кольоровими позначками і звуковим супроводом. Вони довели, що хороша візуалізація даних дозволяє знизити когнітивне навантаження настільки, що навіть стає можливим підвищення темпу аудіального викладення матеріалу на 25% без втрати його розуміння і якості навчання студентів.

Автори роботи [18] за допомогою методу вторинного завдання досліджували вплив фонової музики на когнітивне навантаження. Результати показали, що приємна фонова музика не збільшує фонологічне навантаження в навчальній ситуації. Встановлено, що підвищення когнітивного навантаження за таких умов викликає тільки прослуховування розповіді, а не взаємодія двох звукових потоків.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі. Як висновки з аналізу даних наукової літератури можна сформулювати декілька загальних прийомів зниження когнітивного навантаження під час навчання із застосуванням динамічних візуалізацій. Вони наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Прийоми, що застосовуються для зниження когнітивного навантаження студентів під час роботи з динамічними візуалізаціями

Прийом	Призначення	Приклади/коментар
Динамічний контраст	Залучення уваги	Уповільнення, зміна напрямку руху показу
Зміна масштабу елементів	Залучення уваги	Збільшення зображення (лупа) або вказівної стрілки
Зміна швидкості показу і розміру зображення одночасно	Залучення уваги, привертання її до певного розташування навчальних елементів	Уповільнення мультиплікації, коли релевантні повідомлення висуваються на перший план
Зміна швидкості програвання	Акцент для підкреслення рівня організаційної ієрархії понять	Демонстрація макроподії, що складається з мікроподій, з різною швидкістю
Кодування кольором	Ідентифікація взаємопов'язаних елементів	Означення елементів, які формують єдність кольором

Прийом	Призначення	Приклади/коментар
		на різних зображеннях
Розміщення поруч об'єктів, що мають зв'язок	Полегшення розуміння відношення між навчальними елементами	Розміщення інструкцій, пояснення поруч з об'єктами, до яких вони відносяться
Керування діяльністю	Підтримка внутрішнього оброблення, спонукання студентів брати участь у виборі, організації та інтеграції нових даних	Взаємодія з педагогічним агентом, який допомагає керувати когнітивним обробленням
Управління темпом	Керування темпом представлення навчальних матеріалів. Зменшення обсягу знань, що треба засвоїти, шляхом надання можливості обробляти менші блоки даних	Елементи керування для забезпечення можливості зміни швидкості програвання. Може організовуватися як взаємодія з педагогічним агентом
Інтерактивне вивчення по кроках	Управління студентами організацією навчального середовища. Покращення навчання відбувається через збільшення релевантного навантаження, мотиваційних факторів спонукання до навчання	Елементи керування для забезпечення можливості повернутися, зупинити та повторити показ. Може організовуватися як взаємодія з педагогічним агентом
Пояснювальний зворотній зв'язок	Зниження стороннього навантаження. Надання студентам схем для виправлення неправильно сформованих уявлень	Отримання коментаря з поясненням помилки після неправильної відповіді
Попереднє навчання	Контроль релевантного оброблення учнів за рахунок показу того, які саме аспекти попередніх знань інтегруються з поточними даними	Здійснення спеціального попереднього навчання, що активізує відповідне знання

У педагогічній діяльності розглянуті принципи повинні реалізовуватися не як незмінні приписи, що виконуються в усіх ситуаціях, а як орієнтири для розроблення і перевірки технологій. Їх розуміння дозволяє викладачам свідомо й ефективно використовувати можливості інформаційних технологій і адаптувати електронні ресурси до різних груп студентів з урахуванням педагогічних, фізіологічних та психологічних факторів.

Список використаних джерел

1. *Антоненко І.* Електронні ресурси як об'єкт каталогізації: історія питання, термінологія, форматне забезпечення / І. Антоненко, О. Баркова // Бібл. вісн. – 2004. – № 2. – С. 11–22.

2. *Жалдак М. І.* Використання комп'ютера в навчальному процесі має бути педагогічно виваженим і доцільним / М. І. Жалдак // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2011. – № 3. – С. 3–12.

3. *Деркач Т. М.* Інформатизація викладання хімії: від теорії до практики : моногр./ Т. М. Деркач. – Д. : Вид-во ДНУ, 2011. – 225 с.

4. *Baddeley A.* Working memory and the vividness of imagery / A. Baddeley, J. Andrade // Journal of Experimental Psychology : General. 2000. – V. 129. – P. 126–145.

5. *Sweller J.* Evolution of human cognitive architecture / J. Sweller // The psychology of learning and motivation. − 2003. − Vol. 43. − P. 215–266.

6. *Деркач Т. М.* Вимірювання когнітивного навантаження для дослідження ефективності засобів інформаційних технологій / Т. М. Деркач // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – Т. 22. – № 2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу : http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/view/41. – Заг. з екрана. – Мова укр.

7. *Smith M. E.* Factors in the measurement of cognitive load of multimedia learning / submitted in partial fulfillment of the requirements of the degree // Magister Educationis in Computer-Integrated Education. University of Pretoria, 2007. – 108 p.

8. *Roberts W. E.* The Use of Cues in Multimedia Instructions in technology as a way to reduce Cognitive load / A dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Education Technology Education. – Raleigh, NC. – 2009. – 124 p.

9. *Деркач Т. М.* Основні принципи ефективного навчання із застосуванням мультимедійних засобів / Т. М. Деркач // Зб. матер. Всеукраїнської науково-практичної конференції «Креативна освіта як умова розвитку творчої особистості». – Дніпропетровськ : Інновація, 2012 (прийнято до друку).

10. *Деркач Т. М.* Підготовка студентів хімічного факультету до використання інформаційно-комунікаційних технологій у майбутній педагогічній діяльності // Т.

М. Деркач, Н. В. Стець // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – Сум : СумДПУ ім. А. О. Макаренка. – 2011. – № 6–7 (16–17). – С. 186–194.

11. *Björn B. de Koning*. Towards a Framework for Attention Cueing in Instructional Animations: Guidelines for Research and Design / Björn B. de Koning & Huib K. Tabbers & Remy M. J. P. Rikers & Fred Paas // Educ. Psychol. Rev. – 2010. – Vol. 21 – P. 113–140.

12. *Plass J. L.* Design factors for educationally effective animations and simulations / J. L. Plass, B. D. Homer, E. O. Hayward // J. Comput. High. Educ. – 2009. – Vol. 21. – P. 31–61.

13. *Scheiter K.* Cognitive and socio-motivational aspects in learning with animations: there is more to it than 'do they aid learning or not' / K. Scheiter, P. Gerjets // Instr. Sci. – 2010. – Vol. 38. – P. 435–440.

14. *Pastore R. S.* The effects of diagrams and time-compressed instruction on learning and learners' perceptions of cognitive load / R. S. Pastore // Education Tech. Research Dev. – 2010. – Vol. 58. – P. 485–505.

15. *Moreno R.* Decreasing Cognitive Load for Novice Students: Effects of Explanatory versus Corrective Feedback in Discovery-Based Multimedia Educational Psychology Program / R. Moreno // Instructional Science. – 2004. – Vol. 32. – P. 99–113.

16. *Rikers R. M. J. P.* Cognitive Load Theory as a Tool for Expertise Development / R. M. J. P. Rikers, Van Gerven P. W. M., Schmidt H. G. // Instructional Science. – 2004. – Vol. 32. – P. 173–182.

17. *Blayney P*. Interactions between the isolated–interactive elements effect and levels of learner expertise: experimental evidence from an accountancy class / P. Blayney, S. Kalyuga, J. Sweller // Instr. Sci. – 2010. – Vol. 38. – P. 277–287.

18. *Rughooputh D. V.* Integrating text-to-speech software into pedagogically sound teaching and learning scenarios / D. V. Rughooputh, M. I. Santally // Education Tech. Research Dev. – 2009. – Vol. 57. – P. 131–145.

19. *Linek S. B.* The speaker/gender effect: does the speaker's gender matter when presenting auditory text in multimedia messages? / S. B. Linek, P. Gerjets, K. Scheiter // Instr. Sci. – 2010. – Vol. 38. – P. 503–521.

20. *Ayres P*. Interdisciplinary Perspectives Inspiring a New Generation of Cognitive Load Research / P. Ayres, P. Fred // Educ. Psychol. Rev. – 2009. – Vol. 21. – P. 1–9.

21. *Van Gog T.* The Mirror Neuron System and Observational Learning: Implications for the Effectiveness of Dynamic Visualizations / T. van Gog, F. Paas, N. Marcus, P. Ayres, J. Sweller // Educ. Psychol. Rev. – 2009. – Vol. 21. – P. 21–30.

22. *Schnotz W.* External and internal representations in multimedia learning / W. Schnotz, R. K. Lowe (Eds.) // Learning and Instruction. – 2003. – Vol. 13. – № 2. – P. 141–156.

23. *Van Merriënboer J. J. G.* Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions / J. J. G. Van Merriënboer, J. Sweller // Educational Psychology Review. – 2005. – Vol. 17. – P. 147–177.

24. *Van Gerven P. W. M.* Cognitive Aging and Computer-Based Instructional Design: Where DoWe Go From Here? / P. W. M. Van Gerven, F. Paas, H. K. Tabbers // Educ. Psychol. Rev. – 2006. – Vol. 18. – P. 141–157.

25. *Lin H.* The effect of static and animated visualization: a perspective of instructional effectiveness and efficiency / H. Lin, F. M. Dwyer // Education Tech. Research Dev. – 2010. – Vol. 58. – P. 155–174.

26. *Kollöffel B.* Exploring the relation between visualizer-verbalizer cognitive styles and performance with visual or verbal learning material / B. Kollöffel // Computers & Education. – 2012. – Vol. 58. – P. 697–706.

27. *Косоногов В.* Зеркальные нейроны: краткий научный обзор / В. Косоногов. – Ростов-на-Дону, 2009. – 24 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу : http://lit.lib.ru/k/kosonogow_w_w/kosonogow-zerkalxnyenejrony-kratkijnauchnyjobzordoc.shtml. – Заг. з екрана. – Мова рос.

28. *Деркач Т.* Особливості кольоросприйняття в навчанні хімії / Т. Деркач, Є. Язикова // Біологія і хімія в школі. – 2011. – № 2. – С. 36–38.

29. *Moreno R.* Active Multimodal Learning Environments Special Issue on Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends / R. Moreno, R. Mayer // Educ. Psychol. Rev. – 2007. – Vol. 19. – P. 309–326.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ КОГНИТИВНОЙ ПЕРЕГРУЗКИ СТУДЕНТОВ ВО ВРЕМЯ ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ

Деркач Татьяна Михайловна, кандидат химических наук, докторант кафедры педагогики и психологии высшей школы, доцент, Национальный педагогический университет им. М. П. Драгоманова, г. Киев, e-mail: derkach@mail.ru

Аннотация

В статье обобщены литературные данные, касающиеся возможностей предотвращения когнитивной перегрузки студентов во время обучения с использованием электронных ресурсов. На их основе сформулированы общие принципы, которых нужно придерживаться при проектировании и применении динамических визуализаций. Описаны отдельные приемы, позволяющие корректировать когнитивную нагрузку студентов. Рассмотренные принципы могут служить ориентиром для разработки и проверки эффективности методик преподавания. Их соблюдение позволит преподавателям сознательно и эффективно использовать возможности информационных технологий и адаптировать электронные ресурсы для разных групп студентов с учетом педагогических, физиологических и психологических факторов.

Ключевые слова: информационные технологии, электронные ресурсы, когнитивная нагрузка.

PREVENTION OF STUDENTS' COGNITIVE OVERLOAD IN THE COURSE OF LEARNING WITH THE USE OF ELECTRONIC RESOURCES

Tetiana M. Derkach, PhD (chemical sciences), doctoral student at the Department of Pedagogy and Psychology of Higher School, M. Drahomanov National Pedagogical University of , Kyiv, e-mail: derkach@mail.ru

Resume

Literature data that describe some possibilities for prevention of students' cognitive overload during learning with the use of electronic resources have been generalized in the paper. On this basis, general principles to be used for the design and further utilization of dynamic visualization have been formulated. Some techniques allowing the adjustment of students' cognitive load have been described. The described principles can be used as a guiding line for the development and efficiency control of teaching techniques. If teachers

obey the above principles then they will be able to use opportunities of information technologies knowingly and effectively and to adapt electronic resources for various student groups taking into account pedagogical, physiological and psychological factors.

Keywords: information technologies, electron resources, cognitive load.

Матеріал надійшов до редакції 03.05.2012 р