

УДК 54:004(075.8)

**ІНВАРІАНТНА ЧАСТИНА МОДУЛЮ «ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У
ВИКЛАДАННІ ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН»**

Т.М.Деркач, Л.В.Борщевич

Анотація. Стаття містить опис фрагменту дисципліни «Сучасні технології в освіті» для підготовки майбутніх фахівців хімічних спеціальностей, в якому виділено інваріантну частину модулю «Інформаційно-комунікаційні технології у викладанні хімічних дисциплін»: наведено зміст та порядок виконання відповідних практичних робіт.

Ключові слова: підготовка майбутніх фахівців хімічних спеціальностей, інформаційно-комунікаційні технології, когнітивне навантаження

Аннотация. Статья содержит описание фрагмента дисциплины «Современные технологии в образовании» для подготовки будущих специалистов химических специальностей; выделена и описана инвариантная часть модуля «Информационно-коммуникационные технологии в преподавании химических дисциплин»; приведено содержание и порядок выполнения соответствующих практических работ.

Матеріали конференції
(II Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю “Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку”)

Ключевые слова: подготовка будущих специалистов химических специальностей, информационно-коммуникационные технологии, когнитивная нагрузка.

Abstract. The paper describes a fragment of the discipline "Modern Technologies in Education" for the training of future specialists of chemical specialties. An invariant part of the module entitled "Information and Communication Technology in Teaching of Chemical Disciplines" is described. The content and order of execution of practical works is attached.

Keywords: training of future specialists of chemical specialties, information and communication technology, cognitive load

Постановка проблеми. З метою прискорення процесу реформування освітньої галузі відповідно Програми економічних реформ на 2010–2014 р.р. прийнято низку важливих державних цільових програм. Серед них: підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти, впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) «Сто відсотків» [1]. До 2014 р. планується завершення реформи, яка передбачає оснащення сучасними комп'ютерними комплексами 100 % загальноосвітніх навчальних закладів, підключення їх до мережі Інтернет, повне подолання «цифрової неграмотності» дітей, підлітків та вчителів.

На даний час рівень забезпеченості загальноосвітніх шкіл сучасними засобами навчання (кабінети біології, фізики, хімії) складає 29,3 % від потреби. При швидких змінах у технічному оснащенні класів, що плануються та здійснюються державою, вкрай важливими стають відповідне методичне забезпечення та підготовка викладачів. За умов розв'язання питань технічного характеру, ліквідації інформаційної неграмотності це стає вирішальною складовою підвищення якості та ефективності навчального процесу шляхом застосування актуальних освітніх технологій.

Методичні кафедри університетів та інститути підвищення кваліфікації повинні навчити майбутніх та вже працюючих учителів узагальненим способам діяльності при активному використанні будь-яких новітніх електронних ресурсів (ЕР), підготувати фахівців, здатних самостійно знаходити і приймати педагогічно виважені рішення в мінливих умовах [2]. Формування таких умінь становить важливу педагогічну проблему.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвитку та впровадженню ІКТ в освіту присвячені праці В.Ю.Бикова, А.Ф.Верлани, А.М.Гуржія, Ю.О.Дорошенка, А.П.Єршова, М.І.Жалдака, Ю.О.Жука, Л.М.Забродської, Г.О.Козлакової, Н.В.Морзе та ін. вчених. Різним проблемам методики навчання хімії приділяється увага в дослідженнях Н.М.Буринської, Л.П.Величко, Н.П.Гузика, О.С.Зайцева, М.В.Зуєвої, Н.С.Кузнецової, Н.В.Носової, Л.О.Цветкова, Г.М.Чернобельської, С.Г.Шаповаленка, О.Г.Ярошенко та ін. Все більш широке застосування ІКТ вимагає фундаменталізації підготовки у цій галузі майбутніх учителів-предметників. У першу чергу це означає організацію діяльності суб'єктів освітнього процесу, спрямованої на формування універсальних та інваріантних (щодо технологій, конкретних деталей, думки людей тощо) елементів культури.

У більшості вищих країни до навчальних планів підготовки майбутніх фахівців хімічних спеціальностей введені дисципліни, метою яких є формування інформаційної культури та внутрішніх потреб особистості у використанні ІКТ у різних сферах своєї діяльності. Вони мають різні назви, але в більшості побудовані подібно [3–6]. Викладання таких дисциплін має відмінні риси, оскільки вони інтегрують в собі особливості предметів інформаційного та психолого-педагогічного циклів. Зміст дисциплін потребує постійного оновлення у зв'язку з швидким темпом розвитку програмного й технічного забезпечення. Якщо методичну складову дисциплін прив'язують до конкретних ІКТ, по закінченню навчання студенти виявляються невідповідними до роботи в зміненому інформаційному середовищі. Тому розробка інваріантної відносно будь-якої нової ІКТ теоретичної та практичної частини дисципліни стає важливим завданням.

Метою даної статті є опис інваріантної частини модулю «Інформаційно-комунікаційні технології у викладанні хімічних дисциплін» курсу «Сучасні технології в освіті», що вивчається майбутніми фахівцями хімічних спеціальностей ДНУ ім. Олеса Гончара.

Виклад основного матеріалу дослідження. На викладання дисципліни «Сучасні технології в освіті» відводиться 158 год., з яких 32 год. припадає на теоретичну, 32 – на практичну частину та 92 – на самостійну роботу. Тематика лекційної частини включає: огляд сучасних технологій викладання хімії; аналіз технологій колективного та групового навчання, індивідуального навчання, особисто-орієнтованого навчання, модульного та проблемного навчання. У лекційному курсі формуються базові уявлення про ІКТ, їх розвиток, сучасний стан, основні моделі використання комп'ютерних технологій

в освіті та викладанні конкретних дисциплін.

Теми практичних занять містять такі розділи: мультимедійні засоби навчання, ЕР різного призначення, платформи для створення очних та дистанційних навчальних ресурсів, телекомунікації та Інтернет. Студенти вивчають методики роботи з конкретними ЕР. У ході самостійної роботи – виконують індивідуальні завдання та практичні розробки, працюють в мережі Інтернет, планують та готують уроки із застосуванням засобів ІКТ, створюють системи тестового контролю знань учнів.

Модуль «Інформаційно-комунікаційні технології у викладанні хімічних дисциплін» займає ½ частину всього курсу. Базовою, інваріантною складовою модулю на даний час визначено аналіз теорії когнітивного навантаження А.Баделлі та Дж.Свеллера [7, 8], а також основних принципів розробки мультимедійних засобів навчання Р.Майера. Вивчення теорій здійснюється в історичному розвитку, дані доповнюються результатами сучасних досліджень.

Особлива увага приділяється розгляду адитивності когнітивного навантаження, оскільки саме ця властивість дає основу для прогнозування ефективності роботи з будь-якими мультимедійними ресурсами [9]. Сучасні дослідники найчастіше характеризують когнітивне навантаження як кількість «розумової енергії», необхідної для обробки даних, та розрізняють внутрішнє та зовнішнє когнітивне навантаження. Внутрішнє навантаження визначають складністю змісту матеріалу та вважають пов'язаним з кількістю елементів, що повинні оброблятися і зберігатися одночасно у робочій пам'яті. Зовнішнє навантаження поділяють на стороннє (пов'язане з факторами, які вимагають додаткового зусилля особистості через невідповідний формат навчальних даних) і релевантне (характеризує ступінь зусилля, необхідного для обробки, внутрішньої організації, інтеграції та конструювання когнітивних схем даних). Повне когнітивне навантаження дорівнюватиме сумі усіх трьох видів навантаження (властивість адитивності), з яких внутрішнє – вважають незмінним. Розробники електронних навчальних засобів, в основному, можуть керувати зовнішнім навантаженням, намагаючись знижувати стороннє та підвищувати релевантне навантаження.

Студенти розглядають прийоми запобігання підвищення сумарного когнітивного навантаження під час роботи з візуалізаціями, які найчастіше застосовують для представлення хімічних даних. В електронних ресурсах з хімії візуалізації можуть: бути статичними, динамічними або комбінованими; відображати об'єкти, явища, процеси наближено до їх реального вигляду або схематично; віддзеркалювати абстрактні уявлення; надавати можливості для імітації дій та моделювання тощо.

Для формування у студентів розуміння факторів, що впливають на ефективність навчання із застосуванням ЕР, пропонується виконання двох практичних робіт. Перша присвячена оптимізації роботи з мультимедійними презентаціями, що містять статичні зображення. Оскільки на сучасному етапі розвитку науки висновки вчених стосовно роботи зі статичними візуалізаціями можна вважати достатньо конкретними, студенти, керуючись ними, одразу виконують завдання щодо оптимізації слайдів. Отримавши у викладача зразок готової презентації за будь-якою темою шкільного курсу хімії, вони аналізують його на наявність помилок розробників. Аналіз подають у вигляді таблиці (приклад наведений у табл. 1).

Таблиця 1

Фрагмент таблиці з аналізом помилок, допущених при створенні мультимедійної презентації для проекції з екрану

№ слайду	Допущена помилка	Принцип, який не дотримано	Можливі наслідки
1	а) Наявність великої кількості тексту поряд із зображенням; б) виділення фрагментів тексту у вигляді фігури змушує сприймати його частини як різні елементи; в) розташування зображення у куті, який візуально гірше сприймається; г) невдале сполучення кольорів	а) Модальності; б) узгодженості; в) та г) не витримані ергономічні вимоги	а)-б) високе стороннє когнітивне навантаження; в)-г) погане емоційне сприйняття

Заклучна частина першої практичної роботи передбачає виправлення визначених недоліків слайду. Студенти повинні:

- оптимізувати просторову та часову структури слайдів презентацій;
- застосувати різні елементи та прийоми, що забезпечують зручну навігацію та інтерактивну роботу зі слайдами;
- передбачити можливість виникнення когнітивного перенавантаження для складних за змістом фрагментів та здійснити заходи щодо його зниження.

**Матеріали конференції
(II Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю “Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку”)**

Принципи, яких дотримуються студенти під час виправлення слайдів, сформульовані у табл. 2.

Таблиця 2

Принципи розробки слайдів

Назва принципу	Опис
Розподілу на сегменти	Необхідно розділити зміст на прийнятні для сприйняття фрагменти, оскільки люди вивчають краще малими сегментами
Сигнальний	У заголовку треба коротко відобразити основну ідею слайда
Модальності	Треба зменшити кількість тексту для візуального сприйняття, його краще замінити зображенням. Передбачити аудіальний, а не письмовий текстовий супровід
Мультимедіа	Використовувати замість тільки слів – візуальні зображення та слова. У разі необхідності розташування зображення та тексту на одному екрані розміщувати їх поруч, текст при цьому представляти якомога коротше, лаконічно
Послідовності викладення	Необхідно видалити всі елементи, що не підтримують головну ідею слайду. Матеріал треба впорядковувати, передбачити його обробку від простого до складного, структурувати у вигляді схем, які полегшують утворення в учнів взаємозв'язків між поняттями

Ситуація із застосуванням динамічних візуалізацій є складнішою, оскільки багато дослідників вважають неоднозначними дані щодо ефектів від їх використання, і намагаються з'ясувати умови, за яких вони допомагають навчанню. Тому, під час виконання другої практичної роботи студенти ознайомлюються з прямими та непрямими методами вимірювання когнітивного навантаження, та за методом вторинного завдання експериментально досліджують ефекти, що виникають при роботі з різними мультимедійними матеріалами.

Суть методу вторинного завдання полягає у виконанні людиною одночасно двох задач, одна з яких є навчальною (її називають основною), а друга дозволяє визначити зміни, наприклад, швидкості реакції особистості на сигнал (візуальний, аудіальний). Під час проведення експериментів у комп'ютерному варіанті для фіксування реакції респондентів застосовують кнопку (об'єкт, тригер), яким-небудь чином виділену в певному місці екрану, або клавішу (Enter, Space), на яку треба натискати при зміні кольору іншого об'єкта, або при появі/зникненні звуку тощо.

Для виконання другої практичної роботи застосовують навчальне та спеціальне програмне забезпечення. Студентам пропонують попрацювати з інтерактивним електронним підручником «Органічна хімія» в якості виконання основної задачі [10]. Підручник містить велику кількість мультимедійного матеріалу (зображення у різному форматі, аудіо коментар, відео, анімації, інтерактивні ігри тощо), що дозволяє провести декілька серій різноманітних дослідів.

Для вимірювання сумарного когнітивного навантаження студентів за допомогою методу вторинної задачі використовують спеціальну програму, розроблену в середовищі Delphi 7.0 (автори О.В.Науменко, Т.М.Деркач). В якості візуального сигналу застосовують зміну кольору кнопки-сигналу. Кольори обрані за літературними даними [11] для кращого сприйняття їх зміни оком. Основні елементи керування програмою можна побачити на рис. 1.



Рис 1. Скріншот робочого вікна програми для дослідження когнітивного навантаження методом вторинного завдання (під час перегляду відео)

Основну частину екрану займає рамка/вікно, де розміщується навчальний матеріал. У правому верхньому куті знаходиться сигнальна кнопка/чотирикутник, під якою розташований бігунець, що

дозволяє змінювати час, відведений на показ кнопки одного кольору до його наступної зміни. Під бігунцем розміщено кнопку «Розпочати роботу», при натисканні якої починається фіксування результатів вимірювань інтервалів часу між зміною кольору і натисканням кнопки студентом (у мс). У правому нижньому куті розташовані кнопки керування «Переглянути результати» та «Вихід».

Програма дозволяє за необхідністю зупиняти та знову розпочинати роботу, при цьому результати, що були зафіксовані до натискання паузи, зберігаються. Після закінчення роботи та команди «переглянути результати» відкривається файл Excel, де записані вимірні інтервали у мс та їх усереднене значення. В програмі передбачена можливість зберігання та систематизації отриманих результатів вимірювань.

В процесі виконання практичних робіт студентам ставляться різні задачі, які можна розв'язати за результатами експерименту. Наприклад:

Вивчити вплив різних форм візуалізації на величину когнітивного навантаження. Для цього студентам пропонують три альтернативні схеми представлення повідомлень приблизно однакового рівня складності: читання тексту з екрану; читання тексту з екрану з одночасним переглядом анімації; перегляд відео демонстрації з аудіальним супроводом.

Дослідити вплив рівня складності завдання (підвищення внутрішнього навантаження) на швидкість реакції. Для цього в досліді з читанням студенти експериментують з текстами різного рівня складності;

Встановити вплив зовнішніх подразників на швидкість реакції. Для цього студенти експериментують з відео дослідями, з наявними або відсутніми яскравими фрагментами (вибух, спалах), що відволікають увагу при виконанні завдання тощо.

В процесі побудови експериментів студентам пропонують виконувати завдання з різною частотою зміни кольору кнопки, а саме раз на 5 або 10 с. Отримані результати оформлюють у вигляді таблиці (приклад наведений у табл. 3) та графіку.

Таблиця 3

Приклад оформлення результатів практичної роботи «Вимірювання когнітивного навантаження»

№ досліду	Опис досліду	Частота зміни кольору кнопки, с	Середній інтервал часу між зміною кольору та натисканням на кнопку, мс
1	Без навчального завдання («холостий дослід»)	5	415,9
		10	474,0
2	Читання простого тексту з екрану	5	444,9
		10	512,9
3	Читання тексту з екрану та перегляд анімації	5	1025,7
		10	1124,8
4	Перегляд відео з аудіальним супроводом	5	720,0
		10	780,0

Студенти перевіряють припущення про те, що не оптимальне сполучення мультимедійних матеріалів значно підвищує когнітивне навантаження учнів при виконанні основної задачі, що, в свою чергу, спричиняє збільшення часу на здійснення вторинного завдання. Фіксування цього дозволяє отримати кількісні достатньо об'єктивні характеристики для оптимізації: розташування елементів на екрані; співвідношення статичних та динамічних елементів навчального матеріалу; порядку дій, що плануються під час маніпулювання учнями об'єктами на екрані тощо.

Найкращім завершенням практичної роботи є порівняння результатів, отриманих усіма студентами групи. При цьому необхідно враховувати індивідуальність студентів, тому краще використовувати відносні, а не абсолютні величини. Як свідчать результати експерименту без навчального завдання (так званого «холостого» досліду для визначення швидкості реакції на візуальний стимул), показники студентів варіюються в досить широких межах. Основною причиною чого є, очевидно, індивідуальні психологічні або фізіологічні (наприклад, пов'язані з вадами зору) особливості окремих людей.

Для мінімізації впливу цих факторів у порівняльному аналізі застосовують не абсолютні показники швидкості реагування t_n в секундах, а відносні. Для кожного студента розраховують відношення, де в чисельнику використовують показники, отримані в ході кожного експерименту з навантаженням, а в знаменнику у всіх випадках – показник «холостого досліду». Таке відношення R_n показує у скільки разів швидкість реакції студента змінилася при виконанні основного завдання в експерименті n у порівнянні з показником його реакції без навантаження, і розраховується за формулою:

$$R_n = \frac{t_n}{t_0},$$

де t_n та t_0 – середні значення інтервалів часу в експерименті n та холостому досліді відповідно.

Найчастіше результати свідчать про високу різницю навантаження студентів при вивченні тексту з переглядом анімації порівняно з текстом. Тенденція зберігається й у разі значного ускладнення змісту тексту. Перегляд відео с аудіальним супроводом викликає значно менше сумарне когнітивне навантаження, що добре узгоджується з теоретичними відомостями про ефект модальності сприйняття. Однак ситуація змінюється, коли у відео сюжеті з'являється сильно відволікаючий момент – вибух, спалах вогню. Майбутнім викладачам слід це враховувати та передбачати для таких переглядів інтерактивну роботу по кроках для зменшення навантаження.

Висновки. Опанування інваріантної частини модулю «Інформаційно-комунікаційні технології у викладанні хімічних дисциплін» дозволить майбутнім фахівцям свідомо використовувати можливості інформаційних технологій та адаптувати будь-які новітні електронні ресурси до різних груп учнів з урахуванням педагогічних, фізіологічних та психологічних факторів. Описаний метод визначення когнітивного навантаження та розроблене спеціальне програмне забезпечення будуть корисними під час відпрацювання методик викладання різних дисциплін.

Література

1. Сайт Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України. Реформа системи освіти в рік освіти та інформаційного суспільства. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mon.gov.ua/index.php/ua/diyalnist/reforma-osviti> – Заг. з екрана. – Мова укр.
2. Жалдак М.І. Використання комп'ютеру 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. 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. – Суми: СумДПУ ім. А.О. Макаренка. – 2011. – № 6–7 (16–17). – С. 186–194.
4. Деркач Т.М., Павлова А.О. Використання інформаційних технологій при викладанні хімічних дисциплін у вищій школі / Т.М. Деркач, А.О. Павлова // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: зб.наук. праць. – Кривий Ріг: ВВ НМетАУ, 2006. – С.255–260.
5. Програма вступних фахових випробувань на спеціальність «Професійне навчання. Комп'ютерні технології в управлінні та навчанні» за напрямом «Педагогічна освіта». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу 7.01.2012: <<http://lutsk-ntu.com.ua/files/entrant-program/b/5.doc>>. – Заг. з екрана. – Мова укр.
6. Програма дисципліни «Нові інформаційні технології. Технічні засоби навчання». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу 7.01.2012: <http://ped.chnu.edu.ua/res//ped/infpacket/ped_soc_pedagogika.pdf>. – Заг. з екрана. – Мова укр.
7. Baddeley A. Working memory and the vividness of imagery / A. Baddeley, J. Andrade // Journal of Experimental Psychology : General. 2000. – V. 129. – P. 126–145.
8. Sweller J. Evolution of human cognitive architecture / J. Sweller // The psychology of learning and motivation. – 2003. – Vol. 43. – P. 215–266.
9. 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].