

## ПЕДАГОГІКА

Стефаненко П.В.

### ПРОБЛЕМИ МЕТОДИЧНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

Сучасний етап формування інформаційного суспільства активізує процеси переосмислення традиційної освітньої парадигми, що базується на накопиченні, систематизації інформації про розвиток цивілізації та передачі накопиченого досвіду майбутнім поколінням. Це переосмислення здійснюється на фоні досліджень і розробок, що сприяють становленню нових наукових напрямків - інформаційної соціології, герменевтики, віртуальної психології. Виходячи з цього, у цій статті поставлена мета розглянути поняття, що складають основу нової парадигми освіти, а також показати, як у нових умовах модифікується такий компонент дидактичної системи, як форми організації навчання (на прикладі лабораторного практикуму у вищій школі).

В цей час у вищих навчальних закладах України використовуються, переважно, закриті лінійні системи навчання, що реально не забезпечують нове покоління адекватними засобами життєдіяльності та спрямовані на підтримку наявного «простору існування». Закритість цих систем виявляється в тому, що між фактом актуалізації потреби суспільства у фахівців, що володіють певними професійними знаннями, вміннями та навичками, і моментом її задоволення існує лаг запізнювання, рівний часу на підготовку таких фахівців. В умовах динамічного зовнішнього середовища поточне соціальне замовлення найчастіше так і залишається не задоволеним. Властивість лінійності систем навчання у вищій школі виявляється в слабкій інтеграції знань із різних навчальних дисциплін, що стримує розвиток творчого мислення студентів.

Першим кроком до забезпечення гнучкості дидактичної системи з'явилася у свій час розробка концепції дистанційного навчання, що дозволяє реалізувати принцип безперервності в освіті, а, отже, й підвищити ступінь відповідності студента цільовим настановам соціуму, що постійно змінюються. Далі виникла потреба в зміні ролі викладача в процесі навчання, відповідно до якої цільові акценти зміщуються з передачі минулого досвіду на моделювання нових соціальних просторів і проектування варіантів поведінки в них. Це стало можливо за допомогою формування віртуального освітнього середовища, що характеризується переходом від лінійних навчальних систем до нелінійних, заснованих на гіпертекстовому мисленні.

Відзначимо, що термін «гіпертекст» уперше був введений Т.Нельсоном у 1965 році для опису документів (наприклад, що представляються

комп'ютером), які виражають нелінійну структуру ідей, на протигагу лінійній структурі традиційних книг, фільмів і мови. «Під гіпертекстом - писав Нельсон - я розумію непослідовний запис. Звичайно процес письма здійснюється послідовно за наступними двома причинами. По-перше, тому що він є похідним від мови, яка не може не бути послідовною (тому що в нас для цього тільки один канал), і, по-друге, тому що книги незручно читати інакше як послідовно. Однак мислі створюють структури, що не є послідовними - вони зв'язані багатьма можливими переходами»<sup>1</sup>.

Структурування викладачем змісту навчального курсу як цілісного комплексу непослідовно поєднаних між собою думок пов'язано із інженерією здобуття знань і сприяє переходу від звичних методів запам'ятовування часто суперечливих фактів, накопичених цивілізацією, до засвоєння технологій розумової діяльності. Методологічну базу гіпертекстових систем навчання складають закони і методи, що полягають в основі рефлексивно-розумової діяльності людини, а також семіотика, інформатика та кібернетика.

Таким чином, під віртуальним освітнім середовищем розуміється середовище, що сприяє творчому збагненню студентом «Себе - Нового», тобто особистості, що знаходиться в процесі освітнього становлення та освоює як нові знання, так і нові ступені волі<sup>2</sup>.

Віртуальному освітньому процесу властиві наступні ознаки:

- попередня невизначеність цього процесу для суб'єктів взаємодії, до яких відносяться не тільки викладач і студент, але й інформаційний простір, породжуваний ними;

- унікальність для кожного роду взаємодії суб'єктів;

- ситуативність, чи існування тільки протягом самої взаємодії<sup>3</sup>.

Доцільно відзначити також важливі властивості віртуального освітнього процесу з точки зору психології, а саме:

1. Імерсивність (заглибленість) як міра ступеня інформації, що оточує і включає студента через його сенсорні засоби, яка вимірюється як відповідність якості перцептивних ресурсів (зір, слух, тактильні відчуття) віртуальному середовищу та відсутністю відволікання. Імерсивність виявляється як емоційне почуття присутності людини як частини віртуального інформаційного простору. При зміні характеристик середовища імерсивність змінюється.

<sup>1</sup> Эпштейн В.Л. Введение в гипертекст и гипертекстовые системы / <http://www.ipu.ru>

<sup>2</sup> Казитов М.В, Кудрявцев П.А. и др. Активная виртуальная лаборатория в сети Internet для дистанционного образования / <http://icts.hypermart.net/>

<sup>3</sup> Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов. - СПб: Питер, 2001. - 544.: ил. - (Серия «учебник нового века»)

2. Інтерактивність – ступінь, з яким студент може робити вибір усередині віртуального середовища. У свою чергу, рівень інтерактивності віртуального освітнього середовища регулюється двома параметрами: рефлексивністю – ступенем, згідно якому людина може змінювати середовище, і резонансом – ступенем взаємного впливу людини і середовища, що виявляється у відповідних модифікаціях після їхніх реакцій. Ці параметри інтерактивності пов’язані з адаптацією властивостей інформаційного середовища, з яким взаємодіє студент у процесі дистанційного навчання, до його індивідуальних характеристик.

Виходячи з вищевикладеного, ціль сучасної педагогіки – формування віртуального освітнього простору, що характеризується оптимальним сполученням імерсивності, рефлексивності та ступеня резонансу при дистанційній взаємодії «викладач-студент». Особливо важливою, на наш погляд, є наявність розглянутих властивостей віртуального середовища при дистанційному виконанні студентом лабораторних робіт.

Відзначимо, що в рамках нової освітньої парадигми процес дистанційного виконання практикумів характеризується переходом від традиційних експериментальних моделей до віртуальних лабораторій. Розглянемо, у чому полягає відмінність цих інструментів моделювання експерименту.

Традиційні експериментальні моделі – це невеликі автономні модулі, що інтегруються в освітній курс чи працюють незалежно від нього. Ці моделі засновані на спеціальних експериментальних установках, у яких функції користувача (студента) зводяться тільки до зміни початкових параметрів досліду та, іноді, конфігурації окремих елементів. Такий тип моделей застосовується при репродуктивному та продуктивному рівні засвоєння знань.

На відміну від цих моделей, віртуальна лабораторія являє собою деяке інформаційне середовище, у якому реалізуються технології імітаційного моделювання експерименту із залученням апаратно-програмних засобів візуалізації, комп'ютерної графіки й анімації для досягнення ефективної інтерактивної взаємодії експериментатора із середовищем моделювання. Причому віртуальні лабораторії – це «пустий стіл», на якому студент за допомогою спеціальних інструментів може створювати лабораторні об'єкти, розташовувати їх потрібним образом друг щодо друга, встановлювати зв'язки між об'єктами, задавати їхні початкові значення. Вони припускають більш гнучкий підхід до моделювання, що дозволяє розвинути в студентів навички самостійної творчої роботи.

Структура віртуальної лабораторії звичайно представлена комплексом, до складу якого входять: ЕОМ експериментатора (студента) із клієнтським програмним забезпеченням і сервер лабораторної

установки із серверним програмним забезпеченням (рис.1)<sup>1</sup>.



Мал. 1 Структура віртуальної лабораторії

Процес дистанційного виконання лабораторної роботи включає: реєстрацію віддаленого експериментатора, завдання параметрів експерименту, подачу керуючих впливів і стимулів, спостереження за ходом виконання роботи через Web-інтерфейс. Оперативне керування експериментом здійснюється автоматично за допомогою багатоканальної інтелектуальної підсистеми регулювання по програмах, що отримуються від віддалених комп'ютерів - робочих місць студентів.

Вимірювальні прилади у віртуальних лабораторіях замінюються автоматизованою інтелектуальною багатоканальною сенсорною підсистемою (віртуальними приладами), яка робить виміри показників об'єкта, перетворення їх та запис у пам'ять мікроконтролера. Студент, отримавши віддалений доступ до віртуальної лабораторії через графічний інтерфейс, бачить на екрані модель, що імітує реальний прилад, і за допомогою «миші» може впливати на кнопки, перемикачі, регулятори. Результати досвіду представляються у виді файлів даних, графіків, гістограм, рисунків. При створенні програмного забезпечення віртуальних лабораторій у цей час використовують засоби візуального програмування, зокрема, систем LabVIEW, BridgeVIEW, LabWindows.

Слід також відзначити важливу перевагу віртуальних приладів перед реальними, яка складається в можливості користувача компоувати безліч панелей інтерфейсів конкретного приладу, кожна з яких точно відповідає визначеній функції та може динамічно замінитися іншою за допомогою простої програмної інструкції. Цілісному баченню

<sup>1</sup> Виртуальные лаборатории с удаленным доступом / Томский политехнический университет – Microsystemsclub /http://www.tpu.edu.ru

студентом емпірично досліджуваного процесу в значній мірі сприяє можливість використання декількох віртуальних приладів за допомогою одночасного відображення їхніх панелей управління в декількох «вікнах» програми.

Однак, незважаючи на наявність незаперечних переваг віртуальних лабораторних експериментів (на одному комп'ютері можна проводити досліди з різних дисциплін, забезпечення техніки безпеки студента при взаємодії з віртуальним обладнанням) виділяють також істотний недолік, а саме: професійний досвід можна отримати тільки в результаті реальних експериментів.

На нашу думку, тверда прив'язка до реальної дійсності не є обов'язковою. Для придбання професійного досвіду студентом достатньо, щоб інформаційне середовище, у якому проводяться лабораторні роботи, було оптимально імерсивним й інтерактивним. Інакше кажучи, через «поглиблення» у середовище моделювання експерименту й адаптацію цього середовища до індивідуальних характеристик експериментатора, студент здобуває такий же досвід, як і в реальному світі. Доведено, що віртуальна реальність так само, як і реальний світ, породжує в людині, що знаходиться в штучно створеному тривимірному просторі та взаємодіє з об'єктами цього світу в реальному часі, комплекс відчуттів – від фізичних, які визначають його положення й орієнтацію в реальному світі, та психофізіологічних (зір, слух, логік, рівновага, дихальні цикли, біоструми м'язів) до біохімічних (кров, тканини) і польових (біоенергія, випромінювання мозку). Тому педагогічні результати від проведення реальних і віртуальних експериментів можна вважати порівнянними.

Удосконалювання існуючих мультимедіа навчальних систем від гіпертекстових до складних імітаційних припускає розробку інтелектуальних інтерфейсів, здатних не тільки впливати на різні органи почуттів людини, але й адекватно реагувати на дії людини у віртуальному просторі. У зв'язку з цим, перспективним напрямком, на наш погляд, є мультиагентний підхід до представлення процесу віртуальної взаємодії викладача і студента при проведенні лабораторних робіт. У рамках цього підходу дистанційну взаємодію при виконанні практикуму регулюють так називані інтелектуальні агенти.

Під інтелектуальним агентом розуміється високоінтегрована система, здатна до цілеспрямованих автономних дій у відкритих світах (фізичних чи віртуальних) на основі представлення й обробки знань<sup>1</sup>. Інакше кажучи, агент – це двійник суб'єктів реального освітнього середовища, що відображає реакції цих суб'єктів у віртуальному

світі. У процесі дистанційного навчання виділяють як агенти осіб, що приймають рішення (викладача та студента), так і мета-агенти, що зберігають інформацію про можливі структури агентів-двійників («думок агентів») і знання, необхідні для породження нових структур. Основна задача інтелектуальних агентів – прийняття рішень у реальному часі при функціонуванні в динамічному та невизначеному середовищі. Кожен агент має семантичне описання свого поля діяльності та взаємодіє з іншими агентами для досягнення компромісу локальних цілей у процесі дистанційної взаємодії.

Програмно інтелектуальні агенти реалізуються на основі семантичних нейронних мереж, за допомогою яких моделюється асоціативне мислення людини. Інтелектуальні агенти-двійники відображаються на нейронні мережі з ансамблевою структурою (клас – асоціативні, що реалізують парадигму «навчання без учителя»). До цього класу відносяться модель нейронної мережі Хопфілда, модель з хаотичною поведінкою та циклічним станом у момент розпізнавання, та модель з хаотичною поведінкою та хаотичною послідовністю на виході в момент розпізнавання<sup>2</sup>. Оскільки ці мережі є досить адаптивними, з їх допомогою може бути реалізовано різні стратегії виконання лабораторних робіт для різних індивідуальних характеристик студента. Причому архітектура штучної нейронної мережі, що визначає такі характеристики експерименту, як конфігурація віртуального обладнання, рекомендована послідовність виконання дослідів, структура методичних рекомендацій і організація help-режиму в момент виконання лабораторної роботи, адаптується до основних параметрів нейрогуморальної системи студента. Розкриємо це твердження докладніше.

Справа в тому, що особлива (ведуча) чи фоновна (резервна) роль нейрогуморальної системи в активізації поведінки людини накладає свій відбиток на всі механізми аналізу ситуації та прийняття рішень, на підставі яких визначається так називаний «атом-тип інтелекту людини» як з погляду екстравертного та інтровертного сприйняття світу, так і з погляду темпераменту<sup>3</sup>. Тому здатності студента до прийняття рішень при моделюванні віртуального лабораторного дослідів відбиваються в наслідуваній ним зв'язності нейромережових структур головного мозку – свосередного нейромережового механічного емоційно-орієнтованого комп'ютера.

Подібно тому, як у процесі розпізнавання, класифікації і багаторазових асоціацій образів-об'єктів і образів-дій мозок людини передає мікровібраційні команди виконавчій симпатичній

<sup>1</sup> Пантелеев М.Г. Модели и методы построения виртуальных агентов реального времени / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» / <http://www.inftech.webservis.ru>

<sup>2</sup> Кибяков П.П. Мир нейронных сетей и агенты-двойники / <http://apmath.narod.ru>

<sup>3</sup> Квасный Р. Системная психология / <http://www.srbe.net/>

вегетативній нервовій системі, структура штучної семантичної мережі предметної області, у якій виконується експеримент, за допомогою змін станів нейронів визначає дії інтелектуальних агентів у віртуальному інформаційному просторі, що адаптовані саме до конкретної особистості студента.

Звертаючись до понять системної психології, покажемо, як може змінюватися інтерфейс віртуальної лабораторної установки, а, отже, і структура процесу віртуального експерименту, у залежності від деяких психологічних характеристик студентів (сенсорика, інтуїція, логіка, етика).

З біологічної точки зору, особливість людини з домінуючою сенсорною функцією – розвинена підсистема синтактико-логічного аналізу-синтезу («інтерпретатор свідомості»). Тому особливу увагу при моделюванні лабораторного дослідження викладачу варто приділити тому, щоб:

- було повно описано вхідні параметри експерименту;

- якщо експеримент багатостадійний, результати дослідження на кожній стадії рекомендується порівнювати з попередніми, причому досить аналізу відхилень цих результатів;

- help-інтерфейс рекомендується представляти у вигляді послідовного ланцюжка дій «якщо-то».

Біологічна особливість інтуїтів – розвинена підсистема аналізу – синтезу глибинного змісту процесу як інтерфейс швидкого обміну думками («область передбачення надсвідомості»). У цьому випадку параметри віртуального експерименту можуть включати:

- акцентування уваги не на вхідних даних, а на чіткому визначенні вихідних параметрів лабораторного дослідження, наприклад, цільові статичні чи динамічні характеристики об'єкта дослідження;

- функція моніторингу отриманих результатів при багатостадійному експерименті може бути представлена у виді карт послідовного наближення до цільових характеристик;

- help-інтерфейс рекомендується представляти у вигляді опису властивостей досліджуваного об'єкта чи процесу та їхнього впливу на кінцевий результат.

У студента з домінуючою логічною функцією розвинена підсистема абстрактно-символічного аналізу та формального синтезу структур знаків в освоєній ним знаковій системі. Оскільки людям такого типу властиве прагнення до формалізації будь-яких процесів, навіть тих, що складно формалізуються, параметри представлення лабораторного дослідження можуть мати наступні особливості:

- результати дослідження представляються як функціональна залежність результатів від вхідних даних, а моніторинг результатів здійснюється на підставі відхилень у поведженні цих функцій;

- help-інтерфейс рекомендується представляти як декомпозицію досліджуваного явища на окремі логічно завершені підпроцеси з описанням їхніх ключових характеристик.

І, нарешті, біологічна особливість етиків – це наявність розвиненого аналізатора-синтезатора знаків (особливо письмової мови) і здатність швидкого звільнення ресурсів пам'яті – так званих «нейро-стеків» свідомості, що складають зовнішні шари кори головного мозку. Оскільки етики розширюють свої знання та представляють їх шляхом формування своєрідних «тематичних збірників», при визначенні конфігурації віртуальної лабораторної установки доцільно враховувати наступне:

- представлення як вхідних, так і вихідних даних експерименту у формі класифікації за окремими ознаками, причому зв'язок між цими ознаками повинний бути максимально очевидним;

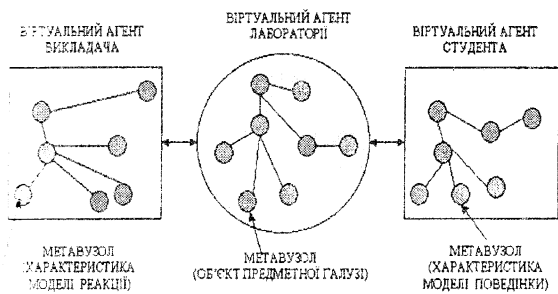
- моніторинг результатів експерименту рекомендується здійснювати на підставі зіставлення структури вхідних даних зі структурою вихідних, можливо, у графічній формі;

- оптимальна форма представлення help-інтерфейсу – тематична за характерними властивостями досліджуваних процесів.

Отже, розглянувши деякі аспекти адаптації віртуального експерименту до індивідуальних характеристик студента, доцільно показати, яким чином ці схеми можливо реалізувати за допомогою мультиагентного підходу на основі семантичних моделей знань.

Адаптація до індивідуальних особливостей здійснюється при взаємодії метавузлів семантичної нейронної мережі, до яких відносяться різні об'єкти, що описують як досліджувану предметну область, так і параметри моделей поведження агентів-двійників студента та викладача у віртуальному просторі. Ці вузли пов'язані відносинами типу «залежить від», «складається з», «характеризується» і т. ін. Класична теорія семантичних мереж містить формальні операції над графом зв'язку цих метавузлів, у результаті яких агент викладача може оптимізувати маршрут виконання лабораторної роботи студентом.

У цілому, робота семантичної мережі ототожнюється з процесом асоціативного мислення людини, а формальні операції над мережами являють собою розрив старих асоціативних зв'язків (наприклад, заперечення тотожності через заперечення загальних властивостей, через заперечення окремої ознаки) і створення нових (безпосереднє ототожнення, зближення за властивостями, ототожнення за окремою ознакою, зближення за нетиповими ознаками). На рис.2 показано, що у віртуальному інформаційному просторі студент і викладач взаємодіють не безпосередньо, а адаптуючись до здійснюваних ними змін параметрів імітаційних програмних комплексів, що моделюють віртуальну лабораторну установку.



Мал. 2 Процес віртуальної взаємодії «викладач-студент»

У процесі виконання лабораторної роботи дії студента сприймаються семантичною нейронною мережею як ім'я конкретної ситуації. Нейронна мережа відновлює всю ситуацію та перелік дій, які необхідно виконати в ній. Якщо потрапляється незнайома ситуація, інтелектуальний агент-двійник за допомогою Internet відпрацьовує протокол зв'язку з подібними агентами-двійниками й одержує повну навчальну вибірку цієї ситуації. Якщо ж деякої ситуації не виникає досить довго, то мережа просто втрачає здатність приймати рішення в цій чи ситуації звільняється від надлишкового, застарілого чи невірного опису ситуації, що приводить до постійного відновлення асоціативної структури мережі [2]. Так реалізується властивість адаптивності.

Мультиагентна форма представлення віртуального експерименту з віддаленим доступом впливає переважно на ступінь резонансу як прояв властивості інтерактивності віртуального освітнього середовища. Так, на підставі інформації про режим роботи студента у віртуальному просторі, мультиагентна система визначає «модель переваг» студента при виконанні лабораторної роботи, на підставі якої далі агент викладача може корегувати модель представлення змісту навчального курсу за конкретним навчальним модулем.

Значний вплив мультиагентної системи в дистанційному навчанні визначається, насамперед, тим, що вона імітує партнерські взаємини, у яких студент (а, виходить, і його віртуальне відображення) – ведуча ланка, а агенти інших суб'єктів процесу навчання беруть участь у виконанні завдань пасивно, надаючи рекомендації. Система також імітує розуміння програмним комплексом утруднень студента, що відбувається, коли реакції на дії студента програмою є очікуваними. Наприклад, коли потреба студента в підказці збігається зі способом реалізації help-технологій, убудованих у віртуальну лабораторію. Таким чином компенсується недолік відсутності особистого контакту викладача і студента при взаємодії «на відстані», а отже, і якість навчання буде вищою, ніж при використанні традиційних моделей експериментів.

Резюмуючи вищевикладене, можна зробити наступний висновок: об'єднання зусиль педагогів, розроблювачів систем штучного інтелекту та

психологів з метою формування імерсивного та інтерактивного віртуального середовища для виконання лабораторних робіт з віддаленим доступом у вищій школі буде сприяти розвитку творчих здібностей студентів, а, виходить, і збільшенню ефективності системи професійної освіти.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Эпштейн В.Л. Введение в гипертекст и гипертекстовые системы / <http://www.ipu.ru>
2. Казитов М.В., Кудрявцев П.А. и др. Активная виртуальная лаборатория в сети Internet для дистанционного образования / <http://icts.hypermart.net/>
3. Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2001. – 544.: ил. – (Серия «учебник нового века»)
4. Виртуальные лаборатории с удаленным доступом / Томский политехнический университет – Microsystemsclub / <http://www.tpu.edu.ru>
5. Пантелеев М.Г. Модели и методы построения виртуальных агентов реального времени / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» / <http://www.inftech.webservis.ru>
6. Кибяков П.П. Мир нейронных сетей и агенты-двойники / <http://apmath.narod.ru>
7. Квасный Р. Системная психология / <http://www.srbe.net/>