

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ІМІТАЦІЇ РЕАЛЬНИХ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ У ВІРТУАЛЬНИХ ХІМІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ

П. П. Нечипуренко

Україна, м. Кривий Ріг, Криворізький національний університет
acinonyxleo@gmail.com

Перехід сучасного суспільства до інформаційної епохи свого розвитку висуває як одне з основних завдань, що стоять перед системою освіти, завдання формування основ інформаційної культури майбутнього фахівця. Процеси модернізації та профілізації вітчизняної шкільної освіти так само, як і модернізації вищої освіти (участь у створенні єдиного європейського простору, впровадження дистанційної освіти тощо) ведуться на базі інформаційно-комунікаційних технологій навчання. Метою даної статті є обговорення ролі сучасних комп'ютерних моделей у навчанні хімії, та проблеми якості відображення реальних хімічних процесів у комп'ютерних моделях, якими є віртуальні хімічні лабораторії.

Дидактична роль нових інформаційних технологій полягає, перш за все, в активізації пізнавальної діяльності і творчого потенціалу учнів [5]. Необхідно створювати умови, аби учень став активним учасником навчального процесу, а вчитель був організатором пізнавальної діяльності учня. Адже вивчення будь-якої навчальної дисципліни – не мета, а засіб розвитку особистості. Ефективність застосування комп'ютерів у навчальному процесі залежить від багатьох чинників, у тому числі й від рівня самої техніки, від якості навчальних програм і від методики навчання, що застосовується вчителем. Більшість педагогів переконані в тому, що комп'ютер є потужним засобом для творчого розвитку дітей, дозволяє звільнитися від багатьох рутинних видів роботи і розробити нові ідеї в методиці навчання, дає можливість вирішувати більш цікаві і складні проблеми [5].

Будь-який ілюстративний матеріал (мультимедійні й інтерактивні моделі в тому числі) значно розширюють можливості навчання, роблять зміст навчального матеріалу більш наочним, зрозумілим, цікавим. Не можна скидати з рахунків і психологічний чинник: сучасному учневі чи студенту набагато цікавіше сприймати інформацію саме в інтерактивній формі, ніж за допомогою застарілих схем і таблиць. Використання комп'ютерних моделей, комп'ютерних засобів візуалізації значно підвищує ефективність засвоєння матеріалу[5].

Сучасні школярі, які здебільшого є представниками «покоління відеоігор», орієнтовані на сприйняття високоінтерактивного, мультимедіа насиченого навчального середовища. Згаданим вище вимогам якнай-

краще відповідають освітні програми, що моделюють об'єкти і процеси реального світу і системи віртуальної реальності. Прикладом таких навчальних систем є віртуальні лабораторії, які можуть моделювати поведінку об'єктів реального світу в комп'ютерному освітньому середовищі і допомагають учням опанувати нові знання й уміння в науково-природничих дисциплінах, таких як хімія, фізика і біологія [3].

Хімія – наука експериментальна, її завжди викладають, супроводжуючи демонстраційним експериментом. Ні для кого не є секретом, що матеріальний стан більшості шкіл в Україні є, м'яко кажучи, неідеальним. Дуже часто для демонстрації хімічного досліду не вистачає необхідних реактивів чи обладнання, тому доводиться обходитись теоретичним розглядом лабораторної роботи або проводити один дослід на весь клас. У такому випадку на допомогу вчителю приходять саме спеціалізовані комп'ютерні програми, на кшталт віртуальних хімічних лабораторій, що дозволяють провести (саме **провести**, а не **спостерігати**) дослід у наближених до реальності умовах. Також, наприклад, при вивченні токсичних речовин, зокрема галогенів, віртуальне середовище надає можливість проводити хімічний експеримент без ризику для здоров'я учнів [4].

На даний момент розроблена велика кількість навчальних програм для шкільного курсу хімії. Жодна з цих програм не є досконалою, проте сам факт їх створення свідчить про те, що в них існує потреба і вони мають безперечну цінність. Для того, щоб у дитини виник інтерес до співпраці з комп'ютером і в процесі цієї спільної творчості стійка пізнавальна мотивація до вирішення освітніх, дослідницьких завдань, необхідне створення таких умов, при яких учень стає безпосереднім учасником подій, що розвиваються на екрані монітора, тобто умов для повноцінного діяльнісного підходу до навчання.

Умова успішного застосування комп'ютерних моделей в освітньому процесі сучасної школи закладена в добре відомих принципах педагогіки співпраці, які можна перефразувати так: *«не до комп'ютера за готовими знаннями, а разом з комп'ютером за новими знаннями»* [3].

Головна перевага віртуальних хімічних лабораторій полягає в тому, що віртуальні хімічні експерименти безпечні навіть для невідготовлених користувачів. Учні можуть також проводити такі досліди, виконання яких в реальній лабораторії може бути небезпечне або коштує надто дорого. Звичайно, за допомогою віртуальних дослідів не можна опанувати навички реального хімічного експерименту, але віртуальні досліди можуть застосовуватися, наприклад, для ознайомлення учнів з технікою виконання експериментів, хімічним посудом і устаткуванням перед безпосередньою роботою в лабораторії. Це дозволяє учням краще підготу-

ватися до проведення цих або подібних дослідів в реальній хімічній лабораторії. Також проведення віртуальних експериментів допомагає учням та студентам засвоїти навички запису спостережень, складання звітів та інтерпретації даних в лабораторному журналі. Ще слід наголосити на тому, що комп'ютерні моделі хімічної лабораторії за певних умов можуть спонукати учнів експериментувати і отримувати задоволення від власних відкриттів [3].

За способом візуалізації розрізняються лабораторії, в яких використовується двовимірна, тривимірна графіка і анімація. Крім того, віртуальні лабораторії можна поділити на дві категорії залежно від способу представлення знань у предметній області. Віртуальні лабораторії, в яких представлення знань у предметній області засновано на окремих фактах, обмежені набором заздалегідь запрограмованих експериментів. Цей підхід використовується при розробці більшості сучасних віртуальних лабораторій. В таких програмах змінити умови проведення експерименту і одержати якісь інші результати неможливо. Інший підхід дозволяє учням проводити будь-які експерименти, не обмежуючись заздалегідь підготовленим набором результатів. Це досягається за допомогою використання математичних моделей, що дозволяють визначити результат будь-якого експерименту і відповідний візуальний супровід. На жаль, подібні моделі поки що можливі тільки для обмеженого набору дослідів [3]. Переваги і недоліки вищезгаданих програмних продуктів достатньо повно були висвітлені Т. М. Деркач, яка, до речі, пропонує використовувати термін «імітаційні хімічні лабораторії» [1; 2].

Суттєвою перевагою таких віртуальних лабораторій як ChemLab (виробник: Model Science Software), Crocodile Chemistry (Crocodile Clips Ltd), Virtual Lab (The ChemCollective) є можливість активного втручання учня у хід роботи, а не пасивне спостереження за відеофрагментом чи анімацією, що запрограмовані заздалегідь. При виконанні лабораторної роботи за допомогою вищезгаданих програм учень може повторити її безліч разів, при цьому щоразу змінюючи один чи декілька параметрів на власний вибір. В більшості випадків (якщо дії учня не суперечать логіці і можливі для виконання і у реальній лабораторії) учень отримає правильні результати, що лише підкреслить ті закономірності, виявлення яких і було метою роботи. Скажімо у лабораторній роботі «Гравіметричне визначення хлорид-іонів» («Gravimetric Analysis of Chloride») у віртуальній лабораторії ChemLab учень чи студент може замість запропонованих в інструкції 5 г речовини, що містить хлорид-іони, взяти 3, чи 6, чи 10 г її. Але в кожному випадку він отримає і відповідну масу осаду аргентум хлориду, за якою, при виконанні обчислень, прийде до одних і тих самих результатів і висновків.

Подібний підхід, коли учень може проявити власну ініціативу при виконанні роботи, дуже позитивно відбивається і на навчальних досягненнях і на зацікавленості учнів. Але разом з ініціативою учні можуть також підключити і власну фантазію – спробувати виконати такі дії, які не були передбачені сценарієм проведення даної роботи (наприклад, нагріти розчин до кипіння, або навпаки охолодити його до температури замерзання) просто із цікавості, тим більше, що у ChemLab можна використовувати обладнання, застосування якого не передбачалось сценарієм виконання роботи. Результати таких незапланованих дій можуть переноситись учнями і на відповідні об'єкти та процеси реального світу, а тому до віртуальних лабораторій завжди висувалась жорстка вимога суворої відповідності віртуальних об'єктів та процесів реальним об'єктам і процесам.

Тут доводиться констатувати протиріччя, яке існує в середовищі користувачів віртуальних хімічних лабораторій: методистів, розробників, вчителів, учнів тощо. Справа в тому, що немає і, мабуть, не може бути єдиної думки з приводу того, наскільки повно віртуальні процеси повинні відтворювати об'єктивну реальність. З одного боку, чим більше віртуальний світ схожий на реальний, тим нібито краще – в такому випадку навчання хімії за допомогою віртуальних комп'ютерних лабораторій виходить на якісно новий, більш високий рівень, з'являється набагато більше можливостей і форм застосування навчальних лабораторій у навчанні хімії, зникають передумови для одержання хибних висновків при їх використанні. Але, з іншого боку, врахування найменших дрібниць і максимальної кількості можливих варіантів розвитку подій неминуче призведе до значного ускладнення комп'ютерних програм, суттєвого збільшення баз даних і, як наслідок, подорожчання та подовження часу на розробку відповідних програмних продуктів, та, скоріш за все, суттєво ускладнить використання таких програм людьми без спеціальної підготовки. Не кажучи вже про те, що передбачити всі можливі варіанти дій користувача у віртуальній лабораторії просто неможливо.

Інша точка зору полягає в тому, що віртуальні хімічні лабораторії в першу чергу є моделями, тобто системами, що відтворюють, імітують, відображають принципи внутрішньої організації або функціонування, певні властивості, ознаки чи характеристики об'єкта дослідження (оригіналу). Модель завжди є спрощеною версією модельованого об'єкта або явища (прототипу), що в достатній мірі повторює властивості, суттєві для цілей конкретного моделювання (опускаючи несуттєві властивості, в яких вона може відрізнятись від прототипу).

Подібне визначення поняття «модель» фактично означає, що такі програми як віртуальні хімічні лабораторії, не повинні переважувати

тись «зайвими дрібницями» – несуттєвими для виконання певної роботи чи досліду зовнішніми ознаками, фактами і процесами. Окрім того, так само як викладач не залишить без догляду учнів у реальній лабораторії, так і викладач, що застосовує віртуальну лабораторію на занятті, повинен бути постійно поруч з учнями, надаючи їм відповідних порад або роз'яснюючи результати спостережень, що викликали питання або сумніви. Таким чином, можна попередити формування в учнів хибних уявлень, неправильних висновків тощо.

У представників обох точок зору є свої аргументи. Наприклад, при виконанні стандартної лабораторної роботи в середовищі програми ChemLab «Фракційне розділення солей» («Fractional Crystallization»), сутність якої полягає в тому, що учневі пропонується розділити суміш солей (натрій хлориду та калій дихромату), використовуючи їх різну розчинність у воді за різних температур. Подібні процеси досить поширені як в промисловості (виробництво калійних добрив), так і в лабораторії (перекристалізація солей з метою їх очищення), хоча і в більш складному вигляді. Хід роботи включає в себе такі стадії: відбір наважок солей певної маси; їх розчинення у воді кімнатної температури; нагрівання розчину до повного розчинення калій дихромату; охолодження розчину до 0°C; відділення осаду калій дихромату; зважування калій дихромату, що випав в осад, та відповідні розрахунки.

Якщо прискіпливо проаналізувати дану роботу, в ній можна знайти ряд неточностей або спрощень:

- 1) при розчиненні калій дихромату у воді розчин залишається безбарвним;
- 2) відсутній тепловий ефект при розчиненні обох солей;
- 3) не враховано взаємний вплив солей на їх розчинність;
- 4) розчин солей при охолодженні до температури замерзання не кристалізується;
- 5) температура кипіння розчину солей дорівнює температурі кипіння ізомольного з ним розчину будь-якого неелектроліту;
- 6) зважування одержаного калій дихромату можна провести з високою точністю без попереднього промивання і висушування;
- 7) відсутність допоміжного лабораторного обладнання (штативів, тримачів, шпательів, вакуум-наосу тощо) та можливість відбору наважок речовин без використання терезів.

Подібні неточності можна знайти і у всіх інших лабораторних роботах програми ChemLab, але в більшості випадків ці неточності неочевидні, і, найголовніше, **не відбиваються ані на одержанні результатів експерименту, ані на їх інтерпретації.**

Крім того, застосовуючи інструментарій майстра LabWizard, що до-

зволяє користувачу створювати власні лабораторні роботи у ChemLab, певну кількість подібних невідповідностей можна заздалегідь передбачити й усунути у створених власноруч лабораторних проєктах.[2; 4]

Викладач, що використовує віртуальні хімічні лабораторії, обов'язково повинен наголосити на тому, що у віртуальній хімічній лабораторії присутні певні спрощення та невідповідності з об'єктивною реальністю. У групі учнів, що мають високий рівень знань і хімічного мислення, можна навіть побудувати роботу на тому, щоб знайти і обговорити подібні неточності. Наприклад, в рамках курсу «Комп'ютерне моделювання хімічних процесів», що викладається на III курсі спеціальності «Хімія» у Криворізькому педагогічному інституті, при розгляді особливостей віртуальної лабораторії ChemLab перед студентами була поставлена задача обґрунтовано довести наближений характер розрахунку температури початку кипіння розчину натрій хлориду у даній програмі (в межах лабораторної роботи «Fractional Crystallization»). Студенти на основі другого закону Рауля

$$\Delta t_{\text{кип}} = k_{\text{еб}} * b \text{ – для розчинів речовин-неелектролітів (1)}$$

$$\Delta t_{\text{кип}} = i * k_{\text{еб}} * b \text{ – для розчинів речовин-електролітів; (2)}$$

де $k_{\text{еб}}$ – ебуліоскопічна константа розчинника, b – моляльна концентрація розчиненої речовини (моль/кг), i – ізотонічний коефіцієнт, обчислювали температуру початку кипіння для розчину натрій хлориду тієї концентрації, яку вони самі створили у віртуальній хімічній лабораторії. Далі утворений віртуальний розчин нагрівали до кипіння і зазначали температуру початку кипіння. Вона збігалась із розрахованою за формулою (1), тобто без урахування ізотонічного коефіцієнту, який для розчину натрій хлориду повинен наближатись до 2. Значить реальна $\Delta t_{\text{кип}}$ розчину майже вдвічі повинна була б перевищувати $\Delta t_{\text{кип}}$ розчину у віртуальній лабораторії. Висновок зроблений студентами: в даній лабораторній роботі з метою спрощення не враховувався процес іонізації солі, оскільки для моделювання процесів розчинення солей за різних температур він особливого значення не має.

Подібний недолік комп'ютерної програми може створити незручності з одного боку, але може бути перевагою з іншого: на основі розгляду подібних фактів можна в цікавій і нестандартній формі залучити групу студентів до повторення навчального матеріалу з різних розділів хімії та розв'язку розрахункових задач.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що віртуальні хімічні лабораторії є безумовно ефективним інструментом в руках вчителя або викладача хімії. Кожна з віртуальних хімічних лабораторій є моделлю, що описує реальні явища і процеси, а тому неминуче містить ряд спрощень і неточностей, як в плані графічного відображення об'єктів, так і в

плані причинно-наслідкових зв'язків між діями користувача та їх результатами у віртуальному середовищі. Головною метою проведення дослідів у віртуальних комп'ютерних лабораторіях є усвідомлення самої сутності явища, що вивчається, його головних закономірностей, а недосконалість візуальних чи інших ефектів має другорядне значення. Подальший розвиток і вдосконалення віртуальних хімічних лабораторій, скоріш за все, буде відбуватись у напрямку збалансування простоти представлення моделі та максимальної її реалістичності.

Враховуючи все, сказане вище, можна з упевненістю сказати, що розробка і впровадження віртуальних хімічних лабораторій залишається одним з пріоритетних напрямків у процесі вдосконалення навчання хімії у середній та вищій школі.

Література

1. Деркач Т. М. Інформаційні технології у викладанні хімічних дисциплін : [навч.-метод. посіб.] / Тетяна Михайлівна Деркач. – Дніпропетровськ : Видавництво ДНУ, 2008. – 336 с.
2. Деркач Т. М. Програмне забезпечення для проведення «віртуальних» лабораторних робіт з хімії / Т. М. Деркач, О. К. Рожко // Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі : [збірник наукових праць] / Випуск V. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2008. – С.319–324.
3. Разработка виртуальной химической лаборатории для школьного образования [Электронный ресурс] / Морозов М. Н., Танаков А. И., Герасимов А. В., Быстров Д. А., Цвирко В. Э. // Образовательные технологии и общество (Educational technology & Society). – 2004. – №7(3). – Режим доступа : http://ifets.ieee.org/russian/depository/v7_i3/html/2.html
4. Нечипуренко П. П. Про використання комп'ютерної програми ChemLab / П. Нечипуренко // Біологія і хімія в школі. – 2007. – № 2. – С. 44-47.
5. Штремплер Г. И. Теория и методика обучения химии : курс лекций (электронный учебник) : для студентов педагогических специальностей [Электронный ресурс] / Штремплер Генрих Иванович. – Саратов, 2009. – Режим доступа : <http://www.sgu.ru/node/31025>