

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ „ВІРТУАЛЬНИХ” ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ХІМІЇ

Т.М. Деркач, О.К. Рожко

м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний університет  
derkach@mail.ru

Розвиток суспільства вимагає від вчителів використання інноваційних освітніх технологій. Сучасний викладач хімії повинен вміти працювати з комп'ютерними моделями та масивами хімічної інформації, застосовувати комунікаційні та інформаційні можливості, свідомо користуватися програмними засобами навчального призначення. Програмно-технічне обладнання процесу навчання хімії постійно змінюється, тому виникає необхідність підвищення якості професійно-практичної підготовки майбутніх викладачів, формування в них мотивації до самоосвіти, ініціативності в освоєнні знань та розвитку творчості.

Одним з напрямків використання інформаційних технологій у викладанні хімії є комп'ютерне моделювання об'єктів реального світу, явищ й експериментів, які практично неможливо продемонструвати. По-перше, це стосується об'ємних зображень. У друкованих виданнях малюнки є двовимірними, просторовий образ доводиться передавати за допомогою аксонометрії, і далеко не завжди це виходить наглядно та зрозуміло. Використання комп'ютера змінює ситуацію, оскільки будь-який об'єкт може бути представленим у трьохвимірній формі. Це важливо для вивчення структур речовин, складних молекул, симетрії кристалічної решітки тощо.

Другий напрямок – створення імітаційних моделей. Існує кілька видів комп'ютерних імітацій: анімації; рольові ігри; практичні вправи; імітація процесу „якщо – тоді”; інтерактивні моделі, моделі „віртуальної реальності” та ін. Основні достоїнства комп'ютерних імітацій:

- інтенсифікація процесу навчання;
- можливість зміни розміру та акцентування уваги на фрагментах моделі;
- робота необмеженої кількості учнів одночасно (групове навчання);
- доступність (виконання вправ у будь-який час з будь-якого комп'ютера);
- зменшення вартості експерименту та ін.

До цього напрямку можна віднести створення та/або виконання імітаційних лабораторних робіт, для чого існує спеціальне програмне забезпечення – так звані „віртуальні лабораторії”. Цей термін широко використовується, але не зовсім вірно відображає технологію роботи програмних продуктів, яка базується на імітаційному моделюванні експерименту з залученням апаратно-програмних засобів візуалізації, комп'ютерної графіки й анімації для досягнення ефективної інтерактивної взаємодії користувача із середовищем моделювання. Краще називати такі програми „імітаційні лабораторії”, оскільки об'єкти на екрані комп'ютера є реальними. Для підкреслення

різниці у термінах можна згадати важливу і потужну технологію „віртуальних світів”, в яких для учасника не лише моделюється середовище існування із своїми правилами (так званий „мікросвіт”), а й симулюються всі види сенсорного сприйняття: зорове, слухове, тактильне і навіть кінестетичне. Тобто у людини створюється повноцінна ілюзія, що вона не тільки бачить, чує, відчуває на дотик об’єкти, які існують лише в її уяві, а ще й відчуває рух з усіма належними йому фізичними почуттями.

Розробники програмного забезпечення використовують різні підходи для створення „віртуальних лабораторій”, тому й програми класифікують за різними ознаками: 1) методами доставки навчального змісту – програмні продукти можуть поставлятися на компакт-дисках чи розміщуватися на сайтах у мережі Інтернет; 2) засобами візуалізації об’єктів – з використанням двовимірної або тривимірної анімації; 3) наявністю інструментальних засобів для самостійної розробки лабораторних робіт користувачем (створення або додавання нових об’єктів лабораторії, зміни ходу роботи тощо).

При викладанні хімічних дисциплін за допомогою „віртуальних лабораторій” можуть вирішуватися різноманітні навчальні задачі, наприклад: ознайомлення із технікою проведення експерименту та обладнанням перед проведенням реальної лабораторної роботи, а також перевірка якості підготовки учнів (програми передбачають миттєву реакцію на невірні кроки); моделювання дослідів, проведення яких у хімічній лабораторії є небезпечним чи дорогим; придбання навичок запису спостережень, створення звітів та інтерпретації даних у лабораторному журналі та ін.

Для засвоєння методики роботи з „віртуальними лабораторіями” до модулю „Демонстраційний експеримент на мультимедійному комп’ютері”, що вивчається студентами хімічного факультету Дніпропетровського національного університету у рамках дисципліни „Сучасні технології викладання хімії”, в 2007 р. додано розділ „Створення імітаційних лабораторних робіт з хімії”.

Для підготовки методичних матеріалів до практичних занять проаналізовані існуючі програмні продукти для самостійної розробки та (або) проведення викладачами імітаційних робіт, а саме: „Віртуальна хімічна лабораторія для загальноосвітніх навчальних закладів Хімія 8-11” (АПН України та „Квazar-Мікро Техно”); „Віртуальна Хімічна Лабораторія” розробки MapГ-TU; хімічний симулятор Crocodile Chemistry 1.5 фірми Crocodile Cips Ltd; ChemLab виробництва Model Science Software; браузер тривимірних об’єктів Cortona VRML client тощо.

Аналіз показав недостатню кількість „імітаційних лабораторій”. Розглянуті програми можуть бути незамінними помічниками у проведенні занять у школах чи внз, але вони не охоплюють всі необхідні напрямки навчання. Нестача таких програм пов’язана з великими труднощами, що виникають при їх розробці: на створення лабораторних робіт витрачається багато часу; потрібна велика кількість багатoproфільних спеціалістів; біль-

шість операцій важко реалізувати тощо. Найкращими з програмних продуктів є ті, що передбачають можливість реалізації творчої особистості вчителя – створення власних лабораторних дослідів, та мають достатньо зручний та простий у використанні конструктор робіт. Тоді усі (чи більшість) недоліків програми викладачі можуть виправити самостійно. З наведеного переліку таким вимогам відповідають Crocodile Chemistry 1.5 ([www.softseek.com/authors/CROCODILE\\_CLIPSindex.html](http://www.softseek.com/authors/CROCODILE_CLIPSindex.html)) та ChemLab. Використання Cortona VRML client обмежується необхідністю програмування самих об'єктів (посуд або устаткування лабораторії) та написання програмного коду для надання предметам усіх необхідних фізичних та хімічних властивостей. У зв'язку з цим Cortona VRML client практично не застосовується у вищих та середніх навчальних закладах, хоча має практично необмежені можливості для створення робіт та складного хімічного обладнання.

Деякі мінуси не дають й симулятору Crocodile Chemistry зайняти потрібне місце у навчанні. Програма є „закритою”, причому в якості цільової аудиторії автори обрали студентів та педагогів вищої школи, відповідно чому й побудували об'єкти лабораторних робіт. Викладач не має можливості підготувати власні роботи, додавати нові реактиви або прописувати реакції складних взаємодій між речовинами.

Конструктор віртуального лабораторного практикуму, пакет LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) є універсальною системою візуального (графічного) програмування. Він створений для проведення надзвичайно складних чисельних розрахунків з великою кількістю змінних та одночасним виведенням на екран не тільки числової інформації, а й графічних кривих за заданими координатами. В хімії цей пакет може бути використаний для розрахунків закритих систем типу „чорна скриня”, для побудови моделей реакції середовища на зовнішню дію (наприклад, у вигляді кривих). Для зміни параметрів системи використовують підпрограми, що імітують різноманітні прилади.

Конструктор є підтримкою робіт, які здійснюються на старших курсах технічних ВНЗ, та дозволяє за допомогою розрахунків у чисельному та графічному вигляді вивчати роботу різних систем. У шкільному навчальному процесі пакет не набув широкого використання, оскільки він дуже складний у програмуванні та потребує сформованості в учнів високого рівня абстрактного мислення.

Найбільш придатними для застосування у шкільній практиці, на наш погляд, є програми, що мають подібні назви: „Віртуальна хімічна лабораторія для загальноосвітніх навчальних закладів Хімія 8-11” (далі ВХЛ) (розробники Інститут педагогіки АПН України та „Квazar-Мікро Техно”, м. Київ, 2005 р.), „Хімія 8-11 клас. Віртуальна Лабораторія” (далі ВЛ) (розробник „Лабораторія систем мультимедіа Марійського державного технічного університету”, м. Йошкар-Ола, 2002-2007 р.р. ([www.mmlab.ru](http://www.mmlab.ru)) та „Віртуальна хімічна лабораторія ChemLab” (фірми Model Scaince Software 1994-

2007 р.р., <http://modelscaince.com>).

ВХЛ призначена для демонстрації лабораторних дослідів та перевірки ступеню підготовки учнів до самостійного їх виконання. Програма може використовуватися у двох режимах. Перший – режим самостійної роботи учнів, який забезпечує роботу з демонстраціями та довідниковими матеріалами; відпрацювання лабораторних робіт, а саме ознайомлення з метою, необхідними реактивами та обладнанням, технікою безпеки та порядком роботи; виконання інтерактивних експериментів, лабораторних і практичних робіт у віртуальному середовищі; закріплення знань з використанням тестового контролю. Другий – режим проведення уроку, що забезпечує: трансляцію змісту програми та довідникових матеріалів; демонстрацію всіх компонентів робіт, а саме мети, реактивів і обладнання, правил техніки безпеки, порядку роботи у віртуальній лабораторії; відпрацювання експериментів, лабораторних і практичних робіт у створеному середовищі; виконання тестових завдань. Програмний засіб передбачає можливість самостійного створення вчителем уроку, для чого є спеціальний „конструктор”.

До недоліків ВХЛ можна віднести відсутність можливості самостійного маніпулювання об'єктами. Учень може добре підготуватися до проведення реальних хімічних експериментів за допомогою програми, але завжди залишається лише спостерігачем, оскільки порядок екранних зображень жорстко заданий.

ВЛ російських розробників є великим електронним виданням, до складу якого входять майже усі лабораторні та практичні роботи (близько 150), а також більшість демонстраційних дослідів з курсу хімії загальноосвітньої школи. Хімічні експерименти проводяться у реалізованій на екрані монітору лабораторії зі всім необхідним обладнанням у режимі реального часу. Учням надається можливість збирати хімічні установки із різних елементів та проводити крок за кроком віртуальні досліді. Вони можуть здійснювати необхідні виміри, використовуючи моделі приладів. Результати експериментів – спостереження, рівняння реакцій, свої думки, учні можуть вносити до спеціального „лабораторного журналу”. Для полегшення написання хімічних рівнянь у програмі є редактор хімічних формул, який може використовуватися для редагування хімічних формул у будь-якому текстовому редакторі.

У 2007 р. розробники ВЛ представили нову версію програми, яка є більш функціональною. Методологічно інформаційні матеріали програми створені так, щоб змістити акцент на самостійну, домашню роботу учнів. На даний час ВЛ має статус FreeWare і є доступною для будь-яких користувачів. Її дистрибутивні файли та модулі (для хімії їх близько тисячі) розташовані на сайті <http://fcior.edu.ru>, <http://eor.edu.ru>. Додаткові можливості оновленої ВЛ: конструювання хімічних анімацій; програма конструктор молекул для візуалізації їх будови (передбачає три основних типи моделей); тренажер для розв'язування задач, який містить спеціальний потужний хімічний

калькулятор (індекси та ступені у формулах розставляються автоматично); інтерактивні тренажери для підготовки до контрольних робіт, відповідей біля дошки тощо.

Звертає на себе увагу новий тип домашнього завдання, який передбачає цей програмний засіб. Наприклад, учням вдома пропонується продемонструвати механізм будь-якої реакції з використанням конструктора анімацій. Цей конструктор має спеціальні інструменти для малювання формул, миттєвого знімку екрану і створення кадрів, а також зборки кадрів у певній послідовності. Все це здійснюється за технологією drag-and-drop інтуїтивно зрозуміло. Перевірка такого домашнього завдання не займає багато часу вчителя, й ефективність роботи є високою, оскільки під час маніпулювання об'єктами та кадрами учні добре запам'ятовують механізм хімічної взаємодії.

Найбільш досконалою програмою для віртуального проведення хімічних лабораторних робіт є програма Corel „ChemLab”, що має декілька версій, остання з яких пристосована до використання в українських навчальних закладах, завдяки виконанню сумісного проекту під керівництвом АПН України.

Превагою програми є можливість використання як стандартних моделей, так і моделей, створених самим користувачем. Розробляти власні роботи можна за допомогою інструментів майстера Lab Wizard для побудови графічного інтерфейсу виконання тієї чи іншої операції. Застосування Lab Wizard дозволяє задавати послідовність дій крок за кроком і створювати власну UDL-лабораторію (UDL означає User-Defined Lab). Файли ChemLab можуть бути двох видів: 1) система, визначена користувачем (UDL) файли із розширенням \*.udl, що генерується за допомогою Lab Wizard (поширюється тільки в ліцензійній версії); 2) програмні змінні блоки моделювання з розширенням \*.dll, що не можуть бути створені чи відредаговані.

Незважаючи на те, що „ChemLab” розроблена давно та має декілька виправлених та вдосконалених версій, програма не позбавлена недоліків, які вимагають від вчителя-користувача уваги під час підготовки робіт. Наприклад, при виборі речовини з існуючої бази (тобто з прописаними заздалегідь властивостями) можна вказати невірний колір розчину доданої речовини (при додаванні розчину йоду – вказати, що він буде зеленим, і програма покаже його таким); є помилки й у характеристиках речовин (сульфатна кислота вважається сіллю; якщо не вказати, що використовується розчин кислоти – програма пропонує її насипати) та ін. Однак, більшість недоліків можна усунути під час підготовки робіт.

Для проведення практичних занять зі студентами з використанням ChemLab розроблені та апробовані методичні матеріали. Можна виділити декілька основних етапів роботи студентів. Перший – ознайомлення з інтерфейсом програми, основними функціями, командами та інструктивними матеріалами; виконання декількох лабораторних робіт, які входять до скла-

ду програми. Другий – вивчення будови повністю підготовленої роботи, форми та змісту допоміжних файлів, а також процесу самостійного створення робіт за допомогою модуля Lab Wizards. Перед виконанням третього етапу студенти отримують домашнє завдання творчого характеру: на підставі аналізу шкільної програми та методичної літератури з хімії підготувати матеріали для самостійної розробки імітаційної лабораторної роботи за обраною тематикою, що містять „теоретичне ядро”, алгоритм виконання роботи, шаблон з запитаннями для заповнення учнями. Також треба заздалегідь написати всі рівняння реакцій, що перебігають між реагентами та при їх взаємодії з навколишнім середовищем, розподілити речовини на вихідні, продукти реакції та невідомі, вказати для речовин основні фізико-хімічні константи. Третій етап передбачає створення кожним студентом своєї лабораторної роботи, планування навчального часу на її виконання учнями, обґрунтування необхідності застосування імітації на уроках в доповнення до натурального експерименту та розробку методики проведення занять. Кожний етап оцінюється окремим балом. Максимальну оцінку отримують студенти, що якісно підготували допоміжні матеріали та створили імітаційну модель, яка працює без помилок, що означає адекватне співвідношення можливостей програми з власними творчими ідеями. При апробації робіт 75% студентів IV курсу успішно та своєчасно власноруч розробили лабораторні роботи.

При виконанні завдань такого типу студенти навчаються:

- алгоритмізувати послідовність дій учнів при виконанні лабораторних робіт, розробляти відповідні інструктивні матеріали;
- самостійно здійснювати повну методичну обробку та аналіз конкретних розділів шкільного курсу хімії;
- знаходити необхідний дидактичний матеріал;
- опанувати техніку і методику хімічного експерименту та сучасні освітні технології;
- планувати навчальний час, моделювати фрагменти уроків.

Такий підхід сприяє розвитку їх творчої особистості та викликає зацікавленість до навчання.