

УДК 378.091.33:54

Деркач Т. М.

ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ-ХІМІКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЗАСОБІВ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Обґрунтовано теоретичні основи застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців хімічних спеціальностей. Визначено систему провідних принципів навчання хімічних дисциплін із застосуванням засобів інформаційно-комунікаційних технологій та сукупність узагальнених положень, якими треба керуватися для організації ефективного навчання. Розроблено методичну систему підготовки майбутніх фахівців-хіміків. Характерною відзнакою системи є включення до неї технологій інтегрування методів, форм та засобів інформаційно-комунікаційних технологій навчання, що дає змогу передбачати вплив зміни засобу як елементу методичної системи, на всі інші її складові. Доведено ефективність застосування розробленої системи у навчанні дисципліни "Неорганічна хімія". Удосконалено методика навчання та зміст професійної підготовки майбутніх фахівців хімічних спеціальностей за рахунок застосування комп'ютерного моделювання для вивчення фундаментальних хімічних понять. В освітній процес вищих навчальних закладів упроваджено навчально-методичне забезпечення для підвищення ефективності підготовки майбутніх хіміків засобами інформаційно-комунікаційних технологій.

Ключові слова: вища освіта, професійна підготовка, інформаційно-комунікаційні технології, комп'ютерне моделювання, неорганічна хімія.

Результати аналізу праць вітчизняних та зарубіжних дослідників (С. Акейгаун, Д. Ардак, О. Ахлебінін, М. Ахметов, Н. Барнеа, Л. Величко, Н.-К. Ву, Є. Гетьман, Л. Джонс, А. Джонстон, Дж. Дорі, Дж. Дьер, Р. Келлі, Є. Киі, Р. Козма, К. Лесняк, Х. Лью, О. Полупаненко, М. Сенгер, Л. Стерн, Б. Тверські, П. Шах, У. Шнотц) дають підстави стверджувати про можливість застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для розв'язання деяких проблем підготовки студентів-хіміків [1, 2]. Однак питання забезпечення ефективного впровадження ІКТ в освітній процес залишаються невирішеними.

Нами обґрунтовано теоретичні основи навчання хімічних дисциплін із застосуванням засобів ІКТ у вигляді системи провідних принципів, найважливішими з яких є принципи збалансованості когнітивного навантаження та поєднання подання навчального матеріалу на різних рівнях представлення. На їх основі сформульовано сукупність узагальнених положень, якими треба керуватися для організації ефективного навчання, зокрема, правила: запобігання розподілу уваги, врахування двоякого впливу виконання дії, врахування рівня попередньої підготовки студентів;

принципи дизайну динамічних візуалізацій: смислових акцентів, кодування кольором, сегментування й управління динамічними зображеннями, застосування різної модальності сприйняття. Описано методичні підходи, спрямовані на врахування визначених принципів організації мультимедійного навчання хімії та чинників, які впливають на його ефективність [3, 4]. На основі системного, компетентнісного та діяльнісного підходів розроблено методичну систему підготовки майбутніх фахівців хімічних спеціальностей із застосуванням засобів ІКТ. Характерною відзнакою розробленої системи є включення до неї технології інтегрування методів, форм та засобів ІКТ навчання, що дає змогу передбачати вплив зміни засобу, як елементу методичної системи, на всі інші її складові.

Метою статті є опис результатів експериментальної перевірки ефективності застосування розробленої методичної системи для навчання конкретної хімічної дисципліни.

Розроблену методичну систему реалізовано у навчанні дисципліни “Неорганічна хімія” студентів першого курсу напряму підготовки 6.040101 – Хімія. У процесі формувального експерименту досліджено сукупну дію таких педагогічних факторів, як застосування під час навчання протягом семестру презентацій, створених згідно з розробленими нами положеннями, для демонстраційного супроводу лекцій, та комп’ютерного моделювання у практичній та самостійній роботі студентів. Формувальний експеримент проводили в умовах реального навчально-виховного процесу. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні хімії в експериментальній групі не протиставлялося традиційним формам навчання, а здійснювалося систематично та в тісному поєднанні з ними, як це й було передбачено методикою експерименту. Організаційно в контрольних та експериментальних групах усі умови та зміст навчання були однаковими, крім застосування інформаційно-комунікаційних технологій.

В експерименті проводили початкові та заключні зрізи, вдавалися до поелементного аналізу результатів. Результативність навчання студентів визначали за декількома характеристиками: рівень засвоєння хімічних знань; педагогічний ефект експериментального навчання; мотивація учіння. За цими критеріями враховувались успішність та мотивація успішності у навчанні. Результати оброблялися методами статистичного аналізу: порівнювали характеристики вибірок, визначали достовірність, оцінювали значущість відмінностей, здійснювали кореляційний аналіз.

Комп’ютерне моделювання обрали як метод, що добре сприймається більшістю студентів незалежно від сформованих у них навчальних переваг. Для його реалізації застосовано середовище програмування NetLogo, яке

найбільше відповідає розробленим принципам ефективного навчання хімії. Моделювання в ньому дає змогу візуалізувати зв'язки між мікроскопічним рівнем представлення даних, явищами матеріального світу та символічними формами опису, а також вивчати ситуації, які розвиваються в часі. NetLogo має елементи інтерфейсу, які надають студентам можливість адаптувати роботу відповідно до своїх особливостей, а викладачам – управляти сумарним когнітивним навантаженням студентів.

В апробаційній частині експерименту було конкретизовано технології навчання, визначено можливі варіанти інтеграції змісту курсів “Вступ до фаху” та “Неорганічна хімія” для ознайомлення студентів першого курсу з методом комп'ютерного моделювання та формування в них готовності до застосування його у навчанні. Розроблено та апробовано методики роботи із середовищем програмування NetLogo для вивчення “Неорганічної хімії”.

Після узагальнення отриманих даних встановлено:

– результати обчислення різниці середніх балів вхідного і підсумкового контролю з використанням *t*-критерію для парних вибірок показали наявність статистично значущого приросту балів для всіх груп студентів, що свідчило про істотне поліпшення знань;

– застосування комп'ютерного моделювання дало змогу скоригувати деякі усталені неправильні поняття. Про їх наявність свідчило те, що для деяких питань вхідного тесту більшість студентів (більш ніж 67%), які не змогли на них правильно відповісти, вибирали в якості відповіді один і той самий неправильний варіант. Результати підсумкового тестування показали, що для більшої частини проблемних завдань кількість правильних відповідей збільшилася не менш, ніж в 1,5-4 рази;

– найскладнішими для розв'язання студентами були завдання, що містять міжрівневі переходи, до яких включені три рівня представлення хімічних знань: макро-, мікроскопічний і символічний. Використання комп'ютерного моделювання забезпечило найкращий приріст знань саме для таких завдань;

– самостійна робота з використанням моделей NetLogo сприяла значному прогресу в умінні студентів працювати з рівняннями і графіками. Приріст балів для таких завдань, отриманих на підсумковому тестуванні, виявився вищим, ніж прогрес у балах для інших форм, заснованих на образному або вербальному поданні;

– результати перевірки ефективності застосування комп'ютерного моделювання для вивчення різних тем показало, що в усіх групах вдалося значно підвищити кількість засвоєних елементів знань: приблизно вдвічі в контрольних групах та в 2,4-2,8 рази – в експериментальних. Рівень

засвоєння елементів знань студентів експериментальних груп на 22-25% перевищив показники, досягнуті у контрольних групах.

Проведено порівняльний аналіз результатів вхідного та вихідного контролю студентів різних ВНЗ до та після експериментального навчання. В усіх без виключення випадках отримано статистично значущий приріст результатів на вихідному контролі. Дані для різних ВНЗ виглядають подібними і між ними немає статистично значущої різниці. Застосування комп'ютерного моделювання підвищило навчальні досягнення студентів, причому величина ефекту не залежала від початкового рівня знань респондентів та була близькою для студентів із різним типом комбінації стилів навчання.

Спостереження за поведінкою студентів в умовах практичної аудиторної роботи дало змогу зробити висновки щодо необхідності організаційних змін з метою забезпечення сприятливих умов роботи із середовищем NetLogo. Для цього треба:

- мінімізувати вплив недостатньої підготовки студентів з інформатики шляхом організації навчання у малих групах, в яких хоча б один студент має кращу базову хімічну та інформатичну підготовку. У спільній праці такі студенти допомагають членам групи;

- у реальному навчанні дисципліни “Неорганічна хімія” для виділення годин на аудиторну роботу з моделями реорганізувати навчальний процес.

На підставі результатів початкового і завершального зрізу досліджено зміни рівнів засвоєння знань студентів експериментальних і контрольних груп (рис. 1). В експериментальних групах відбулося зміщення співвідношення кількості студентів у бік тих, що мають III та IV рівень засвоєння знань. Відповідно спостерігається зменшення кількості більш слабких студентів (з I та II рівнем засвоєння знань). У контрольних групах співвідношення між кількостями студентів, що мають різні рівні засвоєння знань, майже не змінюється. Різниця між результатами завершального і початкового зрізів для всіх рівнів не перевищує 1,5% у більшу або меншу сторону. Сказане дає змогу зробити висновок, що експериментальна методика сприяє суттєвому покращенню результатів навчання.

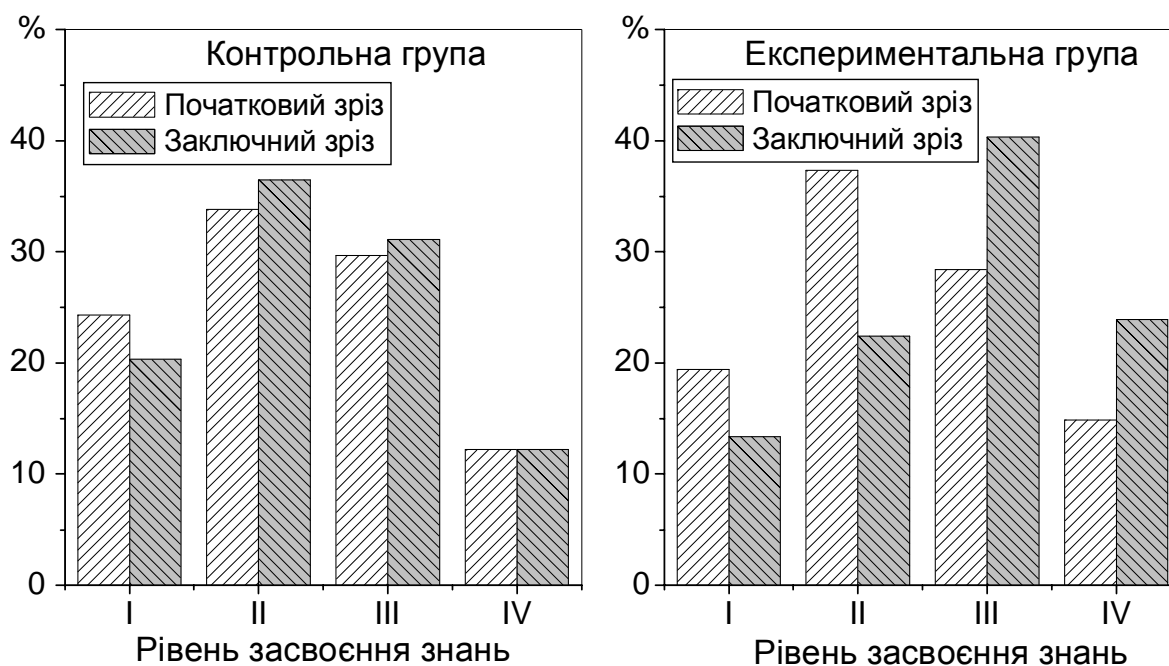


Рис. 1. Динаміка рівнів засвоєння знань студентами експериментальної та контрольної груп у ході експериментального навчання

У табл. 1 наведено коефіцієнти засвоєння знань із хімії студентів експериментальних та контрольних груп.

Таблиця 1

Результати педагогічного експерименту

К-ть студентів	К-сть правильно відтворених елементів знань		Коефіцієнт засвоєння знань, $K\alpha$ (середнє та стандарт. похибка)		Результати t -тесту Стьюдента для заключного зрізу		Педагогічний ефект	
	Початк. Зріз	Заключ. зріз	Початк. зріз	Заключ. зріз	t	Значимість (2-стор.)	Кількісний	Якісний
Експериментальна група								
67	1013	1127	$0,756 \pm 0,010$	$0,841 \pm 0,012$	0,0567	0,001	0,085	+
Контрольна група								
74	1128	1149	$0,762 \pm 0,010$	$0,776 \pm 0,010$	0,0627	0,001	0,014	+

Загальноприйнятим показником ефективності навчання є $K > 0,7$, тому одержаний результат завершального зрізу свідчить про високий рівень засвоєння знань із хімії студентами, навчання яких відбувалося за експериментальною методикою. Із табл. 1 видно, що педагогічний ефект становить 0,085 в експериментальних групах проти 0,014 у контрольних. Приріст знань, обчислений як різниця коефіцієнтів засвоєння знань

студентами експериментальних і контрольних груп, є позитивним та складає $D = 0,065$, що доводить педагогічну ефективність запропонованого експериментального навчання загальноосвітньої дисципліни “Неорганічна хімія”.

Існування нормального розподілу всередині обох масивів даних, доведене за допомогою тестів Колмогорова-Смирнова, дає можливість порівняти середні результати завершального зрізу для обох груп із застосуванням t-критерію Стьюдента для двох незалежних вибірок. Результати (табл. 1) свідчать про наявність статистично значущої різниці між коефіцієнтами засвоєння знань у експериментальних групах порівняно з контрольними групами.

Результати виконання завдань студентами експериментальних груп були також піддані якісному аналізу, на підставі змін у засвоєнні елементів знань, що у констатувальному експерименті були визначені найбільш проблемними. Для питань, пов'язаних із застосуванням знання періодичних змін характеристик атомів елементів, встановленням відповідностей “тип зв'язку – речовина”, передбаченням дії зміни умов реакції, розпізнаванням сильних і слабких електролітів, написанням іонно-молекулярних рівнянь та рівнянь гідролізу, розумінням теорій кислот та основ, спостерігався приріст кількості правильних відповідей більший ніж 30% порівняно з контрольною групою. Найбільше змінилися показники для відповідей на питання, пов'язані з необхідністю представлення дії температури, тиску та зміни об'єму. Кількість правильних відповідей для деяких з них зросла на 50-65%.

Перевірка емоційної реакції учасників експериментального дослідження на процес навчання показала покращення характеристик самопочуття, активності та настрою порівняно з аналогічними в контрольній групі. Показники самопочуття, активності та настрою студентів майже не змінювалися та залишалися стабільними протягом всього лекційного заняття із застосуванням розроблених мультимедійних презентацій.

Проведене анкетування студентів щодо їх оцінки значущості комп'ютерного моделювання під час практичної роботи з хімії показало, що важливою відмінністю мотивації студентів було бажання навчатися не заради підвищення ерудиції, а заради практичних справ. Вони відзначали корисність моделювання, оскільки такий метод надав їм можливість засвоїти вид діяльності, близької до професійної. Формулюючи своє ставлення до роботи з моделями, переважна більшість студентів експериментальної групи висловилися за продовження використання такої навчальної діяльності.

Проведений у рамках дослідження експеримент показав, що в умовах застосування в навчанні комп'ютерного моделювання, навіть тільки у самостійній роботі, складається більш сприятлива ситуація для прояву

індивідуальних форм мотивації у студентів, відбувається перехід до реально діючих, особистісних мотивів. Застосування моделювання у середовищі NetLogo забезпечує студентів адекватною інформацією щодо просування у навчанні, підтримує їх компетентність і впевненість у собі, стимулюючи тим самим внутрішню мотивацію. Пізнавальний процес знаходиться під контролем самого студента: він відчуває відповідальність за власну поведінку, пояснює причини свого успіху не зовнішніми факторами, а власним старанням. Опитування, проведене на завершальній стадії експерименту, показало, що більшість респондентів вважає, що така робота стимулює бажання глибше вивчити запропонований навчальний матеріал.

Висновки. В ході педагогічного експерименту доведено ефективність навчання студентів із застосуванням презентацій, що були створені відповідно до розроблених нами положень та використані для демонстраційного супроводу лекцій, а також комп'ютерного моделювання у практичній та самостійній роботі студентів.

Використана література:

1. *Kozma R. Multimedia Learning of Chemistry / R. Kozma, J. Russell // Cambridge Handbook of Multimedia Learning. R. Mayer (ed.). – 2005. – P. 409-429.*
2. *Деркач Т. М. Теоретичні та методичні основи підготовки майбутніх фахівців хімічних спеціальностей засобами інформаційних технологій: моногр. / Т. М. Деркач. – Д.: АРТ-ПРЕС, 2013. – 320 с.*
3. *Деркач Т. М. Інформатизація викладання хімії: від теорії до практики: моногр. / Т. М. Деркач. – Д.: Вид-во ДНУ, 2011. – 244 с.*
4. *Derkach T. M. Application of ICT-based Learning Resources for University Inorganic Chemistry Course Training / T. M. Derkach // European Researcher. – 2013. – V. 44, No 3-2. – P. 649-653.*
5. *NetLogo Models Library // Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling. – Northwestern University, Evanston, IL. – [online]. — Available from: <http://ccl.northwestern.edu/NetLogo/models/index.cgi>. (in English).*
6. *Stieff M. Connected Chemistry – incorporating interactive simulations into the chemistry classroom / M. Stieff, U. Wilensky // J. Sci. Educ. Technol. – 2003. – Vol. 12. – № 3. – P. 285-302. (in English).*
7. *Деркач Т. М. Эффективность компьютерного моделирования при изучении газовых законов в курсе “Неорганическая химия” [Электронный ресурс] / Т. М. Деркач // Международный электронный журнал “Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)”. – 2013. – V. 16. – № 2. – С. 345-361. – Режим доступа до журн.: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>.*

References:

1. *Kozma R. Multimedia Learning of Chemistry / R. Kozma, J. Russell // Cambridge Handbook of Multimedia Learning. R. Mayer (ed.). – 2005. – P. 409-429.*
2. *Derkach T. M. Teoretychni ta metodychni osnovy pidhotovky maibutnix fakhivtsiv khimichnykh spetsialnostei zasobamy informatsiinykh tekhnolohii: monohr. / T. M. Derkach. – D.: ART-PRES, 2013. – 320 s.*
3. *Derkach T. M. Informatyzatsiia vykladannia khimii: vid teorii do praktyky: monohr. / T. M. Derkach. – D.: Vyd-vo DNU, 2011. – 244 s.*
4. *Derkach T. M. Application of ICT-based Learning Resources for University Inorganic Chemistry Course Training / T. M. Derkach // European Researcher. – 2013. – V. 44, No 3-2. – P. 649-653.*

5. NetLogo Models Library // Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling. – Northwestern University, Evanston, IL. – [online]. – Available from: <http://ccl.northwestern.edu/NetLogo/models/index.cgi>. (in English).
6. Stieff M. Connected Chemistry – incorporating interactive simulations into the chemistry classroom / M. Stieff, U. Wilensky // J. Sci. Educ. Technol. – 2003. – Vol. 12. – № 3. – P. 285-302. (in English).
7. Derkach T. M. Effektivnost kompyuternogo modelirovaniya pri izuchenii gazovykh zakonov v kurse “Neorganicheskaya khimiya” [Yelektronnyy resurs] / T. M. Derkach // Mezhdunarodnyy elektronnyy zhurnal “Obrazovatelnye tekhnologii i obshchestvo (Educational Technology & Society)”. – 2013. – V. 16. – № 2. – S. 345-361. – Rezhim dostupu do zhurn. : <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>.

ДЕРКАЧ Т. М. Проверка эффективности методической системы подготовки студентов-химиков с использованием средств информационно-коммуникационных технологий.

Обоснованы теоретические основы применения информационно-коммуникационных технологий в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов химических специальностей. Определена система ведущих принципов обучения химическим дисциплинам с применением средств информационно-коммуникационных технологий и совокупность обобщенных положений, которыми следует руководствоваться для организации эффективного обучения. Разработана методическая система подготовки будущих специалистов-химиков. Характерным отличием системы является включение в нее технологии интегрирования методов, форм и информационно-коммуникационных средств обучения. Показана эффективность применения разработанной системы для изучения студентами дисциплины “Неорганическая химия”. Усовершенствовано методiku обучения будущих специалистов за счет применения метода компьютерного моделирования для освоения фундаментальных химических понятий. Разработанное учебно-методическое обеспечение внедрено в образовательный процесс высших учебных заведений.

Ключевые слова: высшее образование, профессиональная подготовка, информационно-коммуникационные технологии, компьютерное моделирование, неорганическая химия.

DERKACH T. M. Verification of Efficiency of Methodic System for Training of Chemical Students by Means of Information and Communication Technologies.

The paper is devoted to the development of theoretical foundations and methodical recommendations for the application of information and communication technologies to the training of future specialists of chemical specialties. A system of basic principles for the ICT-based training in chemical disciplines and a set of generalized regulations to be followed for the effective learning have been scientifically grounded. A methodical system of the training of future specialists in chemical specialties, which is remarkable for the inclusion of technology of integration of methods, forms and means of ICT-based training, has been developed. The system allows one to predict the effect of change of ICT means on all other parts of the system. The formulated principles have been implemented by the development of content of the components of methodical training system “Inorganic Chemistry”. The pedagogical efficiency of the developed system has been verified. Teaching methods and content of professional training of future specialists of chemical specialties have been improved by enhancing its fundamental component and by using the computer simulation to study the basic chemical concepts. A teaching and methodical complex has been introduced into the educational practice.

Keywords: higher education, professional training, information and communication technology, computer simulation, inorganic chemistry.