

УДК 54:378.016]-027.31

DOI: 10.31652/2786-5754-2023-4-125-135

Денисенко Т. О.

кандидат хімічних наук,
доцент кафедри фізичної, органічної та неорганічної хімії
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
ORCID ID 0000-0001-7755-9855
e-mail: denisenko0710t@gmail.com

Стець Н. В.

кандидат хімічних наук, доцент,
завідувачка кафедри фізичної, органічної та неорганічної хімії
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
ORCID ID 0000-0002-3555-6469
e-mail: nvstets1962@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ У ХІМІЧНІЙ ОСВІТІ

У статті проведений аналіз наукових джерел щодо ключових напрямків змін у хімічній освіті, і визначено можливості застосування європейського та світового досвіду під час викладання та навчання хімії. У якості освітніх перспектив запропоновані наступні: змінити цілі викладання та навчання хімії таким чином, щоб сприяти їх доречності у повсякденному житті та в професійній діяльності; зв'язати знання, які були отримані в ході вивчення природничих наук на більш ранніх етапах, та модифікувати їх під задачі, що розглядаються вищою хімічною освітою; визнати, що викладання хімії є науково-обґрунтованою професією, що постійно розвивається та осучаснюється.

У роботі розглянута доцільність застосування інноваційних засобів навчання таких, як онлайн-платформа BACON, додаток для смартфонів Backside Attack, програми QR Chem, технології віртуальної реальності (VR) і доповненої реальності (AR), технологій адитивного виробництва, відомих як 2D- і 3D-друк для викладання хімічних дисциплін. Продемонстровано можливість адаптації YouTube-каналу під навчальні цілі та підкреслено необхідність створення хімічного YouTube-каналу.

Проведений аналіз наукових джерел свідчить про те, що використання сучасних підходів, способів та засобів викладання і навчання хімії спрямовує студентів на формування особистих навичок. Отриманий досвід студенти зможуть реалізовувати у професійній діяльності та використовувати у побуті, а також покращувати протягом усього життя. Очікуваним результатом таких освітніх інновацій є виховання міждисциплінарних, кваліфікованих, креативних спеціалістів, які володіють системним та критичним мисленням, та сучасних викладачів, які максимально орієнтовані на студентів.

Планується впровадження означених інноваційних підходів для викладання університетських курсів загальної та неорганічної хімії, колоїдної хімії, медичної хімії, фізичної хімії, органічної хімії, хімічного матеріалознавства, сучасного хімічного перформансу та інших.

Ключові слова: *хімічна освіта, інновації, освітні перспективи, сучасні підходи до викладання, інноваційні засоби навчання, інноваційне оцінювання, освітній простір, онлайн-навчання.*

Denysenko T. O.

PhD in chemistry,
Associate Professor of the Department of Physical, Organic and Inorganic Chemistry
Oles Honchar Dnipro National University

ORCID ID 0000-0001-7755-9855
e-mail: denisenko0710t@gmail.com

Stets N. V.

PhD in chemistry, docent
Head of the Department of Physical, Organic and Inorganic Chemistry
Oles Honchar Dnipro National University
ORCID ID 0000-0002-3555-6469
e-mail: nvstets1962@gmail.com

POSSIBILITIES OF USING INNOVATIVE METHODS IN CHEMICAL EDUCATION

The article analyzes literary sources in relation to the main directions of changes in chemical education and the possibility of adopting the European and world experience in teaching and learning chemistry. As educational perspectives, it is suggested: to change the approaches to teaching and learning chemistry with the aim of implementing the acquired knowledge and skills in various spheres of life and professional activity; combine knowledge from various natural sciences obtained at all educational stages and connect them to the tasks considered by higher chemical education; to recognize the work of a chemistry teacher as a science-based profession that is constantly developing and modernizing.

The paper considers the appropriateness of using the BACON online platform, the Backside Attack smartphone application, the QR Chem program, virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technologies, 2D and 3D printing technologies as innovative means of teaching chemistry. An example of adapting material from a YouTube channel for educational purposes is given and the feasibility of creating a chemical YouTube channel is explained.

Analyzing the literature, it can be noted that the use of modern approaches, methods, means of teaching and learning chemistry leads to the formation of personal skills in students. Students will be able to implement the experience gained during their studies use and profession, and will be able to improve it throughout life. The education of interdisciplinary, qualified, creative specialists with systemic and critical thinking, as well as modern teachers focused on students to the maximum, is the expected result of innovations in chemical education.

The identified innovative approaches will be useful in teaching and learning university courses (general and inorganic chemistry, colloidal chemistry, medical chemistry, physical chemistry, organic chemistry, chemical materials science, modern chemical performance, and others).

Key words: *chemical education, innovations, educational perspectives, modern approaches to teaching, innovative means of education, innovative assessment, educational space, online learning.*

Постановка проблеми. Історично склалось так, що хімічна освіта базується на нескінченному запам'ятовуванні теорій та заучуванні фактів. Такий підхід скоріше відлякує студентів від хімічної освіти, ніж сприяє засвоєнню понять і законів хімії. Популяризація хімії серед молоді є одним із сучасних освітніх напрямів. Для того, щоб хімічна освіта стала захоплюючою, цікавою та доступною для студентів, потрібно встановити реальний зв'язок між набуттям теоретичних знань та практичним застосуванням їх в професійній діяльності і в різних побутових аспектах. Студенти мають побачити, що хімічні знання дійсно сприяють розвитку критичного мислення, комунікабельності, командній роботі, творчості, самопізнанню, самореалізації та саморозвитку особистості. Навички, отримані під час навчання, студенти зможуть реалізовувати та вдосконалювати протягом усього життя.

Наразі вища хімічна освіта в Україні переживає період безпрецедентних змін. Рушійною силою цих змін є стрімкий розвиток хімії та хімічної технології. Впровадження

сучасних освітніх інновацій реалізується через європейські програми, призначені для полегшення мобільності випускників, сприяння підготовці висококваліфікованих міждисциплінарних спеціалістів, які володіють базовими знаннями з різних галузей науки, а також відповідно до Національної стратегії розвитку освіти в Україні, пріоритетними напрямками якої є впровадження сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій для вдосконалення навчально-виховного процесу та сприяння доступності освіти. Для реалізації цих завдань необхідно суттєво розширити завдання, що стоять перед вищою освітою, а тому традиційні підходи до викладання хімії вже не діють і потребують модернізації та осучаснення.

Зміни в хімічній освіті обумовлюються, перш за все, унікальністю самої хімії як науки. Для її засвоєння важливо зробити акцент на розумінні специфічної природи хімії шляхом її візуалізації усіма доступними засобами та методами. Успіх в цій сфері інновацій напряду буде залежати від розуміння як конкретних природних моделей, так і природничого змісту хімії в цілому. Навчання буде відбуватися краще та ефективніше, якщо студент зможе оцінити важливість отримуваної інформації для якоїсь конкретної ситуації. Наприклад, екологічні питання краще розглядати у контексті «зеленої» хімії, яка нерозривно пов'язана з хімічними технологіями [1, с. 233].

Мета даної роботи полягає в пошуку літератури, її аналізі, систематизації отриманої інформації, визначення можливості запозичення європейського та світового досвіду щодо застосування інноваційних методів у хімічній освіті в Україні; означені перспектив інноваційних методів у хімічній освіті та їх застосування під час викладання університетських дисциплін – загальної та неорганічної хімії, колоїдної хімії, медичної хімії, фізичної хімії, хімічного матеріалознавства та ін.

У квітні 2006 року Європейська тематична мережа з хімії (організація, що об'єднує понад 150 хімічних факультетів і національних хімічних товариств з ЄС), сформувала робочу групу, у рамках якої було реалізовано проєкт «Інноваційні методи у викладанні хімії в університеті». У статті [1, с. 233] викладено підсумки цієї роботи. Розглянемо деякі сфери інновацій, описані в цій та інших публікаціях, та спробуємо означити перспективи змін в освіті.

Визначення проблем, які виникають під час проведення лекцій та лабораторних робіт, та інноваційні перспективи їх вирішення. У процесі викладання хімії у вищій школі домінує традиційний, лінійний підхід до навчання. Він включає відомий механізм передачі інформації від викладача студентам, які мають лише її запам'ятати. При цьому основна увага зосереджена на викладачеві, а не на студентах. Вважається, що чим досвідченіший лектор, тим краще навчатимуться студенти. Проте, дуже часто під час оцінювання знань на екзаменаційних сесіях виявляється, що це не так. Природною реакцією лектора на таку ситуацію є спроба підвищувати свою кваліфікацію для того, щоб навчати ще краще. Але знов-таки, увага зосереджується тільки на викладачеві, а не студентах. І тому часто виявляється, що чим краще лектор викладає, тим, на жаль, менше у студентів є бажання вчитися. Адже в процесі передачі знань не відбувається змін в свідомості всіх учасників освітнього процесу. Освітній процес не має двобічного характеру, коли викладач є відповідальним за передачу інформації, а значення та розуміння отриманих знань фокусується і формується в свідомості кожного окремого студента. Такий підхід є центральною ідеєю конструктивістської теорії навчання [1, с. 233].

Отже, існує потреба не просто навчати краще, але й навчати по-іншому. Навчання, як і викладання, є активним процесом. Для більш ефективного навчання необхідно зосередити увагу не стільки на тому, що має робити викладач, а більше на тому, чого потрібно очікувати від студентів. Для заохочення студентів вчитися краще необхідно спочатку зрозуміти рівень їх знань. Оскільки подальше засвоєння нової інформації залежатиме від того, що студенти вже знають. Далі лектору необхідно адаптувати освітню інформацію під можливості

конкретних студентів, що дасть їм змогу зрозуміти та легко засвоїти навчальний матеріал. Коли лекції стають зрозумілими, то студенти відчують себе комфортно під час презентації матеріалу. Вони перестають аналізувати побачене і почуте, отже у них не може сформуватися реальне розуміння того, як їм ці знання можуть знадобитися і як їх застосовувати на практиці [1, с. 233].

Зрозуміло, що лише змін, у проведенні лекцій замало. Також потрібно змінити проведення лабораторних занять у хімічній лабораторії, яку варто розглядати, як унікальне навчальне середовище. Виконання лабораторних робіт сприяє розвитку практичних та когнітивних навичок у студентів, формує стійкий інтерес до вивчення хімії, підвищує мотивацію студентів [3, 247]. У статті [4, с. 463], яка побудована на аналізі результатів опитування викладачів та студентів, проведеного в трьох різних університетах, показано, що респонденти мали відносно спрощені погляди стосовно призначення лабораторних робіт. Виявилось, що основна увага і викладачів, і студентів зосереджувалась лише на цілях, прописаних у навчальному плані. При цьому найбільші розбіжності між відповідями викладачів та студентів стосувались саме уявлення щодо цих завдань. Тобто можна зробити висновок про відсутність розуміння доцільності проведення лабораторних практикумів. Це обумовлено тим, що, зазвичай, виконання лабораторних робіт передбачає суворе дотримання вимог посібників з прописаними картами проведення експерименту. Звісно технологічні карти допомагають у розвитку маніпуляційних навичок у студентів, проте мало сприяють стимулюванню їх пізнавальної діяльності та створенню зацікавленості. Студентові не потрібно визначатися з методом лабораторного дослідження, з'ясовувати оптимальні умови проведення досліду, робити підбір досліджуваних об'єктів, збирати схеми або налаштовувати прилади. Для проведення необхідних розрахунків студенти переважно не користуються інформацією з першоджерел (підручниками та довідниками), оскільки всі формули та довідникові дані вже прописані у методиці. У результаті розуміння ролі наукового експерименту та його важливості просто втрачається [4, с. 463]. Інновації у проведенні лабораторних робіт мають забезпечити можливість відійти від сліпого слідування студентами технологічних карт шляхом створення різноманітних допоміжних завдань за допомогою сучасних підходів навчання [5, с. 123].

Виклад основного матеріалу структуровано такими частинами:

- аналіз сучасних підходів до навчання та їх освітні перспективи;
- інноваційні засоби хімічної освіти;
- аналіз інноваційних способів оцінювання;
- сучасній освіті – сучасні викладачі;
- приклади практичного застосування освітніх інновацій.

Аналіз сучасних підходів до навчання та їх освітні перспективи. Одним із сучасних підходів до навчання є такий, який орієнтований на професійну зайнятість, що сприяє розумінню напрямку роботи в хімічній промисловості чи суміжних галузях. Покращення навчального досвіду студента при цьому відбувається за рахунок відвідувань підприємств хімічної галузі, а також проведенням практик і стажувань на робочому місці. Ефективність проведення виробничої практики та її впровадження в освітній процес для будь-якої спеціальності визначається за реальними відгуками студентів. Негативна оцінка студента, так само як і позитивна, має обов'язково враховуватися для створення сприятливих умов практики [1, С.233].

На протипагу цій моделі можна запропонувати інший підхід підготовки студентів, який передбачає інтегрування творчості в навчальний процес у контексті хімічної освіти. Зауважимо, що творчий підхід до навчання сприяє набуттю такого важливого навичку, як креативність [6, с. 310].

Розвитку професійних навичок, необхідних для майбутньої кар'єри в галузі хімії, також сприяє когнітивно-навчальний підхід у хімічній освіті, який передбачає

концептуалізацію методик викладання і навчання на проведенні досліджень, що складаються з трьох ключових компетенцій: аналізу, синтезу та розробки теорії [1, С. 233]. Когнітивно-навчальний підхід, розглянутий у статті [7, с. 225], підтримує ідею організації навчання хімії через демонстрацію, моделювання та практику з великою кількістю прикладів, для набуття конкретних знань та умінь. За цією моделлю проблеми, які виникають під час передачі знань, пов'язані з обмеженим ресурсом робочої пам'яті людини, що навчається [7, с. 225]. Вирішення цієї проблеми можливе через розвиток самостійності здобувачів освіти. Використовуючи напрацьовані приклади, які є основою в теорії когнітивного навчання, студенти мають розвивати своє розуміння складних тем.

У цьому контексті цікавою є ідея «перевернутого навчання» як засобу, що дозволяє всім студентам брати активну участь у навчальному процесі. «Перевернуте навчання» – це педагогічний підхід, у якому традиційні форми навчання переміщуються з групового навчального простору в індивідуальний. Отриманий командний простір перетворюється на динамічне, інтерактивне навчальне середовище, де викладач орієнтує студентів, коли вони можуть користуватися певними концепціями, а коли вони реалізують творчий підхід. Підхід, що реалізовується під час «перевернутого навчання», дає змогу рівномірно розподілити обсяг пізнавального навантаження, а отже покращити його запам'ятовування, оскільки залучення студентів до ознайомлення з матеріалами за темою заняття відбувається до нього. Стимулювання самостійної доаудиторної роботи здійснюється за допомогою проходження тестів або вікторин, які потрібно виконати після перегляду скрінкасту, розв'язування задач, інших видів діяльності, що потрібно виконати перед або під час заняття. За виконання цих завдань так само, як за і відвідування лекцій, студент отримує певну кількість балів. «Перевернуте навчання» дозволяє студентам бути більш активними під час навчання, а також дає змогу ефективно розподілити час спілкування викладача зі студентами [8, с. 758].

Безумовно набуття професійних знань та умінь – це те, що вкрай потрібно майбутньому спеціалісту. Але не менш необхідним є формування навичок, які б дозволяли студенту вирішувати проблеми в різних аспектах кар'єри та у повсякденному житті, тобто навичок системного мислення. Воно спрямоване на створення цілісного підходу щодо вирішення складних, міждисциплінарних, реальних проблем, які сфокусовані на взаємодії між компонентами системи та закономірностями, що при цьому виникають. Підходи системного мислення узгоджуються з принципами, які розглядаються у рамках хімічної науки та у повній мірі реалізуються в STEM-освіті [9, с. 2742].

Інноваційні засоби хімічної освіти. Розглядаючи перспективи змін у хімічній освіті, не варто забувати, що якість навчання буде визначатися тим, наскільки впевнено та вільно почуває себе студент у процесі спілкування з учасниками освітнього процесу. В умовах онлайн-навчання, коли студенти навчаються віддалено, особливого змісту набуває кооперативне навчання, в якому більше уваги пропонується приділити груповій роботі. Труднощі із залучення студентів до колективної роботи полягають в тому, що студенти відмовляються брати активну участь в ній, наприклад, через те, що бояться осоромитися перед однолітками. Помітне зниження активності студентів також обумовлене несприятливими зовнішніми факторами: спочатку пандемія COVID-19, а потім ведення бойових дій на території України. Застосування інтерактивних засобів онлайн-навчання відкриває студентам можливість саморозвитку через нетрадиційні засоби навчання. Існує безліч нетрадиційних ресурсів для хімічної освіти: веб-сайти, електронні бібліотеки, YouTube-канали, різні додатки для смартфонів тощо.

Стаття [10, с. 5790] присвячена можливостям інтерактивних форм навчання. Зокрема, описано онлайн-платформу BACON (Biology And Chemistry Online Notes, <https://learnbacon.com>), яка поєднує поняття хімії з медициною та сучасною культурою; додаток для смартфонів Backside Attack – ресурс, схожий на гру, який може допомогти студентам вивчити нюанси нової концепції через розважальний та інтерактивний формат;

QR Chem (<https://QRChem.net>) – ресурс, який дозволяє студентам візуалізувати будь-яку хімічну структуру миттєво й без потреби в наборі фізичних моделей. Цей модуль має форму презентацій на основі слайдів із вбудованими QR-кодами, які посилаються на тривимірні структури, а також надають цікаву інформацію про кожну з молекул. Досвід іноземних колег свідчить про те, що QR Chem здатний полегшити інтерактивне навчання на курсах, які викладаються дистанційно і, безперечно, є необхідним, зокрема, для вивчення органічної хімії [10, с. 5790].

Досягнення сучасних технологій створюють нові можливості для хімічної візуалізації. Технології віртуальної реальності (VR) і доповненої реальності (AR) дозволяють створювати захоплюючі середовища для навчання в трьох вимірах [10, с. 5790]. Протягом останніх кількох років все більшої популярності в лабораторіях і в дослідних інститутах набуває використання технологій адитивного виробництва, відомих як 2D- і 3D-друк [11, с. 21902; 12, с.3563]. Продовження розвитку цього напрямку автори статті [10, с. 5790] вбачають в адаптації вмісту QR Chem до інтерфейсу віртуальної реальності (<https://VRChem.net>) для створення захоплюючого середовища, де студенти можуть переглядати та працювати з тривимірними структурами, а також дізнаватися про важливі молекули, які пов'язані з їх повсякденним життям.

У статті [13, с. 269] розглянуто можливість використання YouTube-каналу для інтегрування відео в процесі викладання хімії. Це новий технологічний виклик хімічній освіті, оскільки немає підтвердження ефективності використання відео з публічного ресурсу в освітніх цілях. У цьому дослідженні брали участь вчителі середньої школи. Аналізуючи їхні відгуки, можна зробити висновок, що відео з YouTube-каналу можна віднести до варіаційного методу навчання. Використання відео на заняттях дозволяє або трішки розслабити учнів, або, навпаки, зосередити їх на важливому моменті. Відео дає змогу візуалізувати абстрактні хімічні поняття, такі як зв'язок між властивостями сполуки та її структурою. Для вчителів же робота з відеоматеріалами розширює їх професійні навички: персоналізація відео для учнів і для їхнього конкретного використання; оволодіння навиками роботи в Windows Movie Maker для обробки відео; поєднання отриманого відео з презентацією Power Point [13, с. 269]. Розглядається також можливість створення хімічного освітнього YouTube-каналу [14, с. 3593].

Аналіз інноваційних способів оцінювання. Трансформація освіти неможлива без використання інноваційного оцінювання, яке сприяє змістовному навчанню. Його переваги пов'язані з переходом від закритих, обмежених у часі, формальних іспитів до безперервного, відкритого підходу до оцінювання. Безперервне (формує) оцінювання сприяє розвитку необхідних освітніх навичок. У статті [15, с. 9] наведені підсумки емпіричного дослідження теорії варіацій, як практичного і потужного способу для викладання та вивчення хімії. Особливість хімічної освіти полягає в тому, що існує незліченна кількість аспектів, які здатні привернути увагу студентів, а їхнє тлумачення буде формувати освітній досвід студента. Проте, не завжди те, на що студент звертає найбільшу увагу, узгоджується з цілями, які визначив викладач. Тоді викладачі намагаються підштовхнути студентів до бажаного, на їх думку, результату навчання, проте зустрічають опір з боку студенту. Теорія варіації пропонує певну концепцію, за якою можна досягнути компромісу між обома учасниками освітнього процесу. Вона створює механізм для перевірки розуміння студентами хімічних понять та є засобом для вдосконалення навчальних матеріалів і практик [15, с. 9].

В якості інструмента для оцінювання лабораторних занять, наприклад, можна скористатися концептуальними картами, які сприяють розвитку «higher-order thinking skills» (HOTS, «навичок мислити більш глибоко»). Розробка концептуальних карт передбачає оцінювання студентів від «high-directed concept mapping technique» (висока оцінка) до «low-directed concept mapping technique» (низька оцінка). Використання концептуальних карт до та після лабораторного заняття дозволяє зрозуміти, чи вдалося студентам розвинути необхідні

навички, або ними можна скористатися для мотивування учнів з низькою оцінкою, розвивати та покращити свої освітні навички. Метод підрахунку балів за концептуальними картами, відомий як конвергенція, дає змогу оцінити лабораторну діяльність за основною концепцією когнітивного навчання [16, с.849]. Когнітивне навчання, засноване на науці і техніці, дозволяє студентам розвинути здатність до критичного мислення. Воно навчає, як, виходячи з контексту кожної конкретної ситуації, встановити взаємозв'язок між отриманими теоретичними знаннями та складними питаннями в реальній практиці, що стосуються суспільних, економічних, наукових, технологічних і культурних складових [17, с. 9]. Когнітивне навчання формує у студентів навички, необхідні для впровадження в хімічну освіту аспектів сталого розвитку [18, с. 13]

Сучасній освіті – сучасні викладачі. Будь-які з указаних інновації, що запроваджуються в освіті, неможливі без створення спеціальних програм навчання для майбутніх викладачів хімії. Вони повинні мати не тільки достатньо високий рівень професійних знань, а й володіти базовими знаннями про сучасні теорії викладання та навчання хімії, які будуть реалізовуватися та покращуватися протягом усього життя. Викладачі хімії мають постійно вдосконалювати та осучаснювати свої знання і підвищувати компетентність у викладанні. Можна окреслити такі пріоритети для саморозвитку вчителів: зміни в їх свідомості щодо методів навчання, яке має бути переорієнтовано на студентів [19, с. 431]; застосування освітніх технологій для викладання хімії [20, с. 1863]; набуття знань щодо концепцій сталого розвитку та їх інтеграції в хімічну освіту [21, с. 169]; подолання впливу зовнішніх факторів за допомогою сучасних методів навчання [22, с. 2696].

Приклади практичного застосування освітніх інновацій. Означені в науковому огляді перспективи було апробовано при викладанні обов'язкових та вибіркових дисциплін на хімічному факультеті, таких як загальна та неорганічна хімія, колоїдна хімія, сучасний хімічний перформанс, хімічні елементи в організмі людини, яке відбувається у вигляді онлайн-занять на освітній платформі Microsoft 365.

Використання технології «перевернутого навчання» вимагає достатньої бази для вивчення дисципліни. Застосування самостійної доаудиторної роботи на перших курсах засвідчує, що матеріал самостійно не опрацьовується, студенти не переглядають відео і не прослухують записи пояснень, які надає викладач до тем за технологією «перевернутого навчання». Можливо, це пов'язано з точковим використанням даного методу, а також з тим, що студенти не можуть працювати групою, оскільки навчання відбувається віддалено, а в першому семестрі вони не відчувають переваг групової роботи. Відповідно, низькими є і результати контролю знань з тем, опрацьовуючи які використовували технологію «перевернутого навчання».

Практичні онлайн-заняття з курсу «Сучасний хімічний перформанс» для студентів спеціальності «Середня освіта (хімія)» 2 і 3 курсів проводились у форматі «живого спілкування» із застосуванням принципів «перевернутого навчання». Студентам було запропоновано створити онлайн-заняття з хімії за темами, які вивчаються у шкільному курсі, використовуючи сучасні засоби навчання. Для цього студенти були поділені на команди, які складалася з 4-5 осіб. Студент у межах своєї команди виконував певні функції, які визначалися членами команди самостійно, наприклад, шефа, який за сумісництвом є маркетологом, менеджера з пошуку літератури, спеціаліста з її обробки, хіміка-експериментатора, Game-розробника. Студенти самостійно обирали тему, форму та спосіб представлення свого уроку. Єдиною умовою було те, що заняття мало обов'язково містити теоретичні знання та можливості їх практичного застосування. Представлені студентами роботи вирізнялись креативністю та нестандартністю мислення. Студенти вміло поєднували традиційну форму представлення теоретичного матеріалу з творчим підходом. Це – і сучасні презентації, і візуалізація демонстраційних дослідів, проведення вікторин, розв'язування кросвордів, ребусів, відгадування загадок, домашній експеримент тощо. Ті студенти, які не

брали участь в проведенні заняття, мали змогу до нього долучитися в якості учнів. Заняття завершувалось обговоренням отриманих результатів з викладачем та самооцінюванням студентів.

У рамках цього курсу студенти також займалися розробкою індивідуальних карт для проведення домашніх експериментів, які планується виконувати під час педагогічної практики. Для цього вони використовували часто вживані у побуті речовини і засоби. Далі потрібно було скласти покрокову інструкцію, яку з легкістю зможуть повторити учні (обов'язково з дотриманням техніки безпеки), представити у вигляді відео- та/або фото-презентації, яка має містити візуалізацію експерименту, цікаві факти, теоретичні дані, пояснення ходу експерименту з відповідними записами рівнянь реакцій, а також висновки. Проведення занять у таких форматах сприяє самостійності студентів. Вони вчаться розробляти та організовувати ефективну демонстрацію наукових експериментів хімічного змісту в поєднанні з науковим обговоренням. Ці навички є важливими для майбутніх вчителів.

Для покращення засвоєння складних теоретичних фундаментальних питань базових хімічних дисциплін, а також під час викладання вибіркового курсу «Хімічні елементи в організмі людини» використовувався підхід, який передбачав додаткову підготовку. Виконання лабораторних робіт за темою заняття проводилось викладачем безпосередньо у хімічній лабораторії і записувалось у вигляді відео і фотоматеріалів. Отримані фото- і відеоматеріали після певної обробки та додавання до них необхідних коментарів перетворювались за допомогою програми Windows Movie Maker на відеопрезентацію. Під час заняття викладач після демонстрації відеопрезентації пропонував студентам пояснити фізико-хімічні явища та процеси, механізми перебігу реакцій і, за результатами обговорення сформулювати необхідні висновки. Використання таких відеопрезентацій дозволяє візуалізувати якісні реакції, продемонструвати зміни, які відбуваються в розчинах у результаті перебігу хімічних реакцій, показати особливості титрування, принципи встановлення точки еквівалентності або застосувати візуалізацію для вивчення адсорбції, седиментації, коагуляції, набухання тощо. Зауважимо, що результати відеопрезентацій не еквівалентні таким, які б студент мав, якщо проводив би експеримент власноруч, проте, їх використання дозволяє розвинути певні когнітивні навички.

Іще один прийом інтенсифікації освітньої діяльності – використання на лекціях, зокрема з колоїдної хімії, YouTube роликів. Застосування такої форми навчання обумовлено необхідністю візуалізувати теоретичні відомості та полегшити сприйняття складного матеріалу. Зрозуміло, що висновки можна буде зробити тільки за результатами екзаменаційної сесії.

Основною проблемою викладача в процесі використання технологій, спрямованих на активізацію освітнього процесу, є підготовка якісного освітнього контенту. Матеріали, які розробляються, повинні враховувати особливості програми, узгоджуватися з конкретним підручником, орієнтуватися на потреби і запити здобувачів освіти, відображати методичні підходи, що характерні для конкретного викладача. Також для розробки ресурсів потрібні значні витрати часу і урахування можливостей платформ, на яких відбувається навчання.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У статті проаналізовано основні підходи, способи та засоби реалізації інноваційних змін в освітній галузі, умотивовано перспективність застосування деяких з них. При цьому пріоритет надано тим видам змін у хімічній освіті, які підтримують:

- прагнення студентів створювати та покращувати свій особистий досвід;
- створення високого рівня освіти та наукової грамотності суспільства;
- сучасних вчителів, які орієнтовані покращувати свої професійні навички впродовж усього життя;

- освічених компетентних професійних спеціалістів, які володіють системним та критичним мисленням;
- популяризацію хімії серед молоді;
- зміни в свідомості суспільства щодо важливості ролі хімічної освіти у повсякденному житті.

Розглянуті сучасні підходи до навчання та викладання плануємо застосовувати для створення зацікавленості студентів в участі в освітньому процесі, наприклад, скористатися професійною орієнтацією або творчим підходом. Поєднання сучасного підходу викладання та інноваційних способів навчання реалізовуватиметься під час проведення лабораторних робіт та проходження практичної підготовки. Інноваційні способи навчання планується застосовувати також для покращення засвоєння складного матеріалу, зокрема теоретичних засад під час вивчення фундаментальних понять загальної, колоїдної, фізичної хімії, хімічного матеріалознавства та ін. Планується також змінювати способи оцінювання студентів, використовуючи підхід «перевернутого навчання» для роботи студентів під час вивчення вибіркокових дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Eilksa I., Byersb B. The need for innovative methods of teaching and learning chemistry in higher education – reflections from a project of the European Chemistry Thematic Network. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2010. Vol. 11. P. 233–240.
2. Pazicni S., Flynn A. B. Systems thinking in chemistry education: theoretical challenges and opportunities. *J. Chem. Educ.* 2019. Vol. 96, No 12. P. 2752–2763.
3. Hofstein A. The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementations and research. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2004. Vol. 5, No. 3. P. 247–264.
4. George-Williams S. R., Ziebell A. L., Thompson C. D., Overton T. L. ‘What do you think the aims of doing a practical chemistry course are?’ A comparison of the views of students and teaching staff across three universities. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2018. Vol. 19. P. 463–473.
5. Taber K. S. Building the structural concepts of chemistry: some considerations from educational research chemistry educations. *Research and Practice in Europe*. 2001. Vol. 2, No 2. P. 123–158.
6. Semmler L., Pietzner V. Creativity in chemistry class and in general – German student teachers’ views. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2017. Vol. 18. P. 310–328.
7. Taber K. S. Learning generic skills through chemistry education (Editorial). *Chem. Educ. Res. Pract.* 2016. Vol. 17. P. 225–228.
8. Seery M.K. Flipped learning in higher education chemistry: emerging trends and potential directions. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2015. Vol. 16. P. 758–768.
9. York S., Lavi R., Dori Y. J., Orgill M. K. Applications of Systems Thinking in STEM Education. *J. Chem. Educ.* 2019. Vol. 96, No 12. P. 2742–2751.
10. Ippoliti F. M., Charia J. V., Garg N. K. Advancing global chemical education through interactive teaching tools. *Chem. Sci.* 2022. Vol. 13. P. 5790–5796.
11. Ambrosi A., Rong R., Shia S., Webster R. D. 3D-printing for electrolytic processes and electrochemical flow systems. *J. Mater. Chem.* 2020. Vol. 8. P. 21902–21929.
12. Ali N., Ullah S. Review to analyze and compare virtual chemistry laboratories for their use in education. *J. Chem. Educ.* 2020. Vol. 97, No 10. P. 3563–3574.
13. Blonder R., Jonatan M., Bar-Dov Z., Benny N., Rap S., Sakhnini S. Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2013. Vol. 14, P. 269–285.
14. García-Ortega A. R. H., Hernández-Ayala L. F., Guerrero-Ríos I., Gracia-Mora J., Reina M. CADMIO: creating and curating an educational YouTube Channel with chemistry videos. *J. Chem. Educ.* 2021. Vol. 98, No 11. P. 3593–3599.
15. Bussey Th. J., Orgill M. K., Crippen K. J. Variation theory: a theory of learning and a useful theoretical framework for chemical education research. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2013. Vol. 14. P. 9–22.

16. Ghani B. A., Ibrahim N. H., Yahaya N. A., Surif J. Enhancing students' HOTS in laboratory educational activity by using concept map as an alternative assessment tool. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2017. Vol. 18. P. 849–874.
17. Zoller U. Alternative assessment as (critical) means of facilitating HOCS-promoting teaching and learning in chemistry education. *Research and Practice in Europe*. 2001. Vol. 2, No 1. P. 9–17.
18. Tolppanen A. S., Akselab M., Eilks I. The potential of the non-formal educational sector for supporting chemistry learning and sustainability education for all students – a joint perspective from two cases in Finland and Germany. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2017. Vol. 18. P. 13–25.
19. Popova M., Kraft A., Harshman J., Stains M. Changes in teaching beliefs of early-career chemistry faculty: a longitudinal investigation. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2021. Vol. 22. P. 431–442.
20. Zimmermann F., Melle I., Huwer J. Developing prospective chemistry teachers' TPACK–A comparison between students of two different universities and expertise levels regarding their TPACK self-efficacy, attitude, and lesson planning competence. *J. Chem. Educ.* 2021. Vol. 98, No 6. P. 1863–1874.
21. Burmeister M., Schmidt-Jacob S., Eilks I. German chemistry teachers' understanding of sustainability and education for sustainable development – an interview case study. *Chem. Educ. Res. Pract.* 2013. Vol. 14. P. 169–176.
22. Talanquer V., Bucat R., Tasker R., Mahaffy P. G. Lessons from a pandemic: educating for complexity, change, uncertainty, vulnerability, and resilience. *J. Chem. Educ.* 2020. Vol. 97, No 9. P. 2696–2700.

REFERENCES

1. Eilksa, I., Byersb, B. (2010). The need for innovative methods of teaching and learning chemistry in higher education – reflections from a project of the European Chemistry Thematic Network. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 11, P. 233-240, doi.org/10.1039/C0RP90004D.
2. Pazicni, S., Flynn, A. B. (2019). Systems thinking in chemistry education: theoretical challenges and opportunities. *J. Chem. Educ.*, 96(12), 2752-2763. doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00416.
3. Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementations and research. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 5(3), 247-264. doi.org/10.1039/B4RP90027H.
4. George-Williams, S. R., Ziebell, A. L., Thompson, C. D. (2018). 'What do you think the aims of doing a practical chemistry course are?' A comparison of the views of students and teaching staff across three universities. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 19, 463-473. doi.org/10.1039/C7RP00177K.
5. Taber, K. S. (2001). Building the structural concepts of chemistry: some considerations from educational research chemistry educations. *Research and Practice in Europe*, 2(2), 123-158. doi.org/10.1039/B1RP90014E.
6. Semmler, L., Pietzne, V. (2017). Creativity in chemistry class and in general – German student teachers' views. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 18, 310-328. doi.org/10.1039/C6RP00230G.
7. Taber, K. S. (2016). Learning generic skills through chemistry education (Editorial). *Chem. Educ. Res. Pract.* 17, 225-228. doi.org/10.1039/C6RP90003H.
8. Seery, M.K. (2015). Flipped learning in higher education chemistry: emerging trends and potential directions. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 16, 758-768. doi.org/10.1039/C5RP00136F.
9. York, S., Lavi, R., Dori, Y. J. (2019). Applications of Systems Thinking in STEM Education. *J. Chem. Educ.*, 96(12), 2742-2751. doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00261.
10. Ippoliti, F. M., Charia, J. V., Garg, N. K. (2022). Advancing global chemical education through interactive teaching tools. *Chem. Sci.*, 13, 5790-5796. doi.org/10.1039/D2SC01881K.
11. Ambrosi, A., Rong, R., Shia, S. (2020). 3D-printing for electrolytic processes and electrochemical flow systems. *J. Mater. Chem.*, 8, 21902-21929. doi.org/10.1039/D0TA07939A.
12. Ali, N., Ullah, S. (2020). Review to analyze and compare virtual chemistry laboratories for their use in education. *J. Chem. Educ.*, 97(10), 3563-3574. doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00185.
13. Blonder, R., Jonatan, M., Bar-Dov, Z. (2013). Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14, 269-285. doi.org/10.1039/c3rp00001j.
14. García-Ortega, A. R. H., Hernández-Ayala, L. F. (2021). CADMIO: creating and curating an educational YouTube Channel with chemistry videos *J. Chem. Educ.*, 98(11), 3593-3599.

doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00794.

15. Bussey, Th. J., Orgill, M. K., Crippenb, K. J. (2013). Variation theory: a theory of learning and a useful theoretical framework for chemical education research. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14, 9-22. doi.org/10.1039/C2RP20145C.

16. Ghani, B. A., Ibrahim, N. H. (2017). Enhancing students' HOTS in laboratory educational activity by using concept map as an alternative assessment tool. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 18, 849-874. doi.org/10.1039/C2RP20145C.

17. Zoller, U. (2001). Alternative assessment as (critical) means of facilitating HOCS-promoting teaching and learning in chemistry education. *Research and Practice in Europe*, 2(1), 9-17. doi.org/10.1039/C7RP00120G.

18. Tolppanen, A. S., Akselab, M., Eilks, I. (2017). The potential of the non-formal educational sector for supporting chemistry learning and sustainability education for all students – a joint perspective from two cases in Finland and Germany. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 18, 13-25. doi.org/10.1039/B1RP90004H.

19. Popova, M., Kraft, A., Harshman, J. (2021). Changes in teaching beliefs of early-career chemistry faculty: a longitudinal investigation. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 22, 431-442. doi.org/10.1039/C6RP00212A.

20. Zimmermann F., Melle I., Huwer J. (2021). Developing prospective chemistry teachers' TPACK—A comparison between students of two different universities and expertise levels regarding their TPACK self-efficacy, attitude, and lesson planning competence. *J. Chem. Educ.*, 98(6), 1863-1874. doi.org/10.1039/d0rp00313a.

21. Burmeister, M., Schmidt-Jacob, S., Eilks, I. (2013). German chemistry teachers' understanding of sustainability and education for sustainable development – an interview case study. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 98(6), 169-176. doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01296.

22. Talanquer, V., Bucat, R., Tasker, R. (2020). Lessons from a pandemic: educating for complexity, change, uncertainty, vulnerability, and resilience. *J. Chem. Educ.* 97(9), 2696-2700. doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00627.

Статтю надіслано до редколегії 10.03.2023 р.
Статтю рекомендовано до друку 20.03.2023 р.