

УДК 543 (075.8)

Зубеня Н.В., к.х.н., доц.; Садовник О.В., к.фарм.н., проф.

ВИВЧЕННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

*Комунальний заклад вищої освіти
«Рівненська медична академія» Рівненської обласної ради
Вул.Миколи Карнаухова 53, 33000, м. Рівне, Україна
e-mail: m_college@icc.rv.ua*

Вступ. Аналітична хімія часто є важким предметом для викладання [1-4]. Різні педагогічні теорії мають численні стратегії подолання практичних труднощів. В цій праці ми представляємо комбінований підхід до вирішення проблеми викладання аналітичної хімії, з особливим акцентом на навчання студентів-фармацевтів. Представлений практичний підхід, завдяки якому студенти здатні повною мірою засвоювати навчальний матеріал та покращувати вивчення предмету. Оцінюючи відгуки студентів, отримані з допомогою тестування, виявляється, що студенти до такого підходу відносяться задовільно [5, 6].

Як предмет, аналітична хімія залишається складною, але життєво важливою частиною навчальної програми, в якій навчають студентів розуміти принципи, за допомогою яких функціонують аналітичні методи, а також інтерпретувати отримані кількісні дані. Тому так важливо, щоб студенти не тільки отримували теоретичні знання, але й зрозуміли природу розглянутих прийомів та їх відносні переваги та застосування. Дійсно, курс аналітичної хімії формує основні практичні навички, які будуть потрібні студенту під час вивчення органічної, фармацевтичної, токсикологічної, фізикоїдної та біологічної хімії та передбачає формування умінь застосування одержаних знань для вивчення спеціальних дисциплін та у професійній діяльності. Тому першочергове значення має, щоб студенти в достатній мірі були активними під час вивчення дисципліни, щоб засвоїти та вміти використовувати практичні навички [7, 8].

Аналіз наукових досліджень і публікацій. У праці «Хімічні маніпуляції» [9], опублікованій у 1827 р., Фарадей описав вимоги стандартної лабораторії та поінфор-

мував читачів про важливість методології для отримання навичок експериментатора. Саме в цьому контексті Фарадей вперше виділив важливість вміння працювати експериментально, тобто отримати практичні знання, окрім чистої теорії. Справді, він відкрив шлях для сучасного викладання аналітичної хімії, заохочення подвійності структури курсу, а також розвивав інтерес студентів індивідуально за межами лабораторії, перш ніж ознайомити їх з інструментами майбутньої кар'єри. Вчений розумів важливість не тільки вивчення методик експерименту, а також пов'язаних з ними аналітичних, критичних навичок та точності хімічних випробувань.

Дійсно, автори підручника на початку 20 століття пропагували використання лабораторних стандартних текстів та посібників як ключових педагогічних інструментів для розуміння хімічного аналізу. Проте матеріал у вигляді діаграм, графічних інструкцій у поєднанні з текстом продемонстрував поліпшення продуктивності порівняно з обмеженням лише текстовими посібниками [10].

Мета статті полягає у визначенні науково обґрунтованих підходів та обранні ефективних форм, методів і засобів формування професійної компетентності студентів в процесі вивчення навчальної дисципліни «Аналітична хімія».

Матеріали та методи: було проведено методологічний аналіз філософської, психолого-педагогічної, методичної літератури з проблеми вивчення аналітичної хімії в сучасних умовах.

Виклад основного матеріалу. Зараз загальноприйнятою практикою є включення різноманітних форматів до лабораторних посібників для зручності використання, але також і діаграми були і залишаються

корисними, особливо щодо налаштування обладнання, експериментального проектування та аналітичних технік. Використання моделей у стилі блок-схем нещодавно було обговорено з точки зору поліпшення розуміння та систематизації знань у студентів, формат якого застосовують до курсу аналітичної хімії. Ці блок-схеми часто будуються так, щоб їх можна було повторити кілька разів, щоб «закріпити» знання [11].

Студенти слухають курс протягом другого семестру першого року та першого семестру другого року, пройшовши базову підготовку з математики.

Для студентів проводяться лекції, лабораторні заняття, які чергуються. Лекції тривають 1 год 30 хвилин, тривалість лабораторних занять – 3 год. Тому вправи та завдання можна легко виконати протягом цього часу. Лекції дають широкий погляд на наявну методологію аналізу та її застосування у роботі.

Студенти починають вивчення матеріалу, до прикладу кількісного аналізу, із теми «Титриметрія», «Кислотно-основне титрування», «Індикатори та криві титрування», де вивчають основу кількісного аналізу, техніки, які використовуються на лабораторних заняттях. Кожна лекція має подібний формат, даючи студентам єдине поле для вивчення основ теорії та переваги / недоліки кожної техніки. Спершу, керуючись базовою теорією кожного методу, студенти знаходять представлені переваги та недоліки методу у вигляді резюме. На додаток до цього, кожен метод та техніка представлена у вигляді відео тривалістю 2-6 хв, що містить анімацію / схематичні зображення для полегшення процесу навчання. Дійсно, численні джерела висвітлили переваги використання відео / анімації як педагогічного інструменту, і це особливо стосується галузі аналітичної хімії, де вони надають студентам додаткову інформацію, яку за своєю суттю важко передати через слайди PowerPoint. Ці короткі відео служать для обговорення ключових понять у поєднанні з практичними, та надають абсолютно новий погляд на аналітичні методи, що вивчаються [12].

Дуже часто абітурієнти та студенти не зацікавлені у вивченні хімії. Згідно статистичних даних Українського центру оцінювання якості освіти ця дисципліна обрана наймен-

шою кількістю абітурієнтів. Само собою зрозуміло, що наукове співтовариство намагається знайти причини цієї незацікавленості. Виявлення та аналіз причин є найважливішим кроком у пошуку виходу з кризи інтересу до хімії. Ми знову представляємо кілька думок професійної громадськості: «наукова освіта є занадто академічною, теоретично вибагливою, із значною кількістю тем, які потрібно засвоїти та малою можливістю для студентів використовувати теоретичні знання на практиці» [13].

Низький інтерес та несприятлива оцінка хімії часто є результатом безпосереднього викладання, в якому викладачі переконані, що вони можуть надати найбільше знань студентам, безпосередньо представивши ті, які вони вважають важливими [14]. Ще однією з можливих причин є суттєво різна якість викладання в середніх школах. Натомість учням з різним рівнем знань та викладачам потрібно вирішити ці відмінності шляхом постановки нових завдань, що розглядатимуться під час вивчення дисципліни. Це відбувається за рахунок діяльності, яка може розвинути або викликати інтерес учнів до предмета.

Також, варто зазначити, що у значній мірі «мокрих» хімічних методів, які склали більшу частину лабораторних занять близько 10 років тому, були витіснені інструментальними методами. Метали більше не визначаються осадженням сульфідів або галогенів, сульфур чи нітрогену у органічних сполуках натрієвим тестом Лассеня, альдегідів і кетонів тестом «срібного дзеркала» (щоб відрізнити альдегіди від кетонів). В даний час метали визначають одним з кількох методів, доступних для елементарного аналізу: мас-спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою, рентгенівська флюоресценція або атомно-абсорбційна спектроскопія, функціональні групи в органічних речовинах – ЯМР та ІЧ-спектроскопією [15].

Перед проведенням курсу викладач повинен визначити, що він або вона планує навчити студентів. Для більшості викладачів аналітичної хімії це, як правило, включає оцінку того, які методи та приклади слід включити та на яку глибину їх охопити. Однак є багато інших навичок, які будуть важливі для студентів для їхнього майбут-

нього успіху. Більшість занять у закладах вищої освіти з аналітичною хімією рекомендуються у форматі лекцій. Описуються методи, які можна використовувати для вдосконалення навчання, що може виникнути у часі лекцій. Альтернативним лекціям є спільне навчання. Спільне навчання дає можливість розвивати такі навички, як командна робота, спілкування і вирішення проблем, які важко передати у форматі лекції. Лабораторний компонент курсу аналітичної хімії часто використовується недостатньо для навчання. Частина всієї лабораторії використовується для демонстрації основних методів мокрого та інструментального аналізу та розвитку елементарних лабораторних навичок. Експериментальну роботу також використовують для розвитку значущих навичок рішення проблеми, а також для демонстрації та залучення студентів у весь аналітичний процес. Описуються способи вдосконалення лабораторних робіт з дисципліни, щоб вони включали в себе більш глобальні завдання, що є важливими для успішної кар'єри студентів.

Хоча лекція є найбільш домінуючою формою навчання в аудиторіях, дослідження показали, що сприйняття такого формату навчання охоплює лише невелику частину студентів. Лекції найкраще підходять студентам з хорошими слуховими навичками, високою ємністю робочої пам'яті та хорошим вмінням нотувати записи. Дослідження виявили, що увага студентів залишається високою на «старті» лекції та швидко зменшується, протягом перших п'ятнадцяти хвилин – студенти засвоїли лише 40% матеріалу), понад тридцятьох хвилин – 25%, і понад 45 хвилин – 20% відповідно [7]. Виявлено, що лекції не мають більшого ефекту, ніж читання матеріалу, за умови його хорошої якості [16]. Важко сприяти мисленню та заохочувати аналіз, синтез або інтеграцію складного матеріалу на лекції. Лекція передбачає необхідність для усіх студентів подачі матеріалу з однаковим темпом і без тривалого діалогу [6]. Студенти часто відчують себе ізольованими під час лекції, і викладачеві важко виявити ці помилкові уявлення. Одним прямим способом підвищення ефективності лекцій є

включення коротких спільних заходів на початку, в середині та в кінці сесії [17].

Початкова діяльність може передбачати завдання, до прикладу, дати кілька письмових запитань або одну сторінку текстового документу на підготовче читання. Студентів можна об'єднати в пари і обговорити свої запитання та читати, редагувати або критикувати статтю. Крім того, викладач може задати кілька питань щодо лекції та попросити невеликі групи студентів коротко обговорити, що вони знають про предмет і який попередній матеріал із курсу служить фоном для нових тем. Протягом середини заняття студентам можна час від часу давати коротку перерву і просити порівняти свої замітки з сусідом, відповісти на конкретні питання, поставлені викладачем, або інтегрувати новий матеріал до існуючих тем курсу. В кінці лекції, студентам можна надати можливість підсумувати з сусідом важливі моменти заняття, переглянути замітки студентів щодо якості та змісту або написати два запитання про матеріал, які потім передаються викладачу. Ці питання та відповіді можна помістити на дошку чи обговорити дистанційно на навчальній платформі [18].

Ці перерви повинні бути лише тривалістю декількох хвилин, тому більша частина часу занять все ще була доступна для читання лекцій.

Також, варто врахувати, наскільки лабораторні з курсу аналітична хімія пов'язані з проблемними темами, що вирішуються у сучасному світі, пропагувати критичну думку, включати експериментальний дизайн, розслідування, сприяти спілкуванню та сприяти роботі в команді. Ми також могли б запитати себе чи в лабораторії з таким курсом, як інструментальний аналіз, краще студентам пройти короткий, досить поверхневий вступ до багатьох інструментів або більш ретельний досвід роботи з одним інструментом. В рамках проєкту «Зміцнення викладацької майстерності в Україні», що фінансується за підтримки Міністерства закордонних справ Німеччини пропонують спосіб, який може допомогти вирішити дилему викладача: більше матеріалу, але поверхнево? Чи менше матеріалу, але глибше? Для прикладу наведено два сценарії. Перший – викладати тільки одну відносно

вузьку тему протягом усього семестру, та другий – провести широкий огляд. Провівши опитування студентів через два роки після останнього іспиту, виявилось, що вони краще пам'ятають матеріал, який викладався вузько, ніж студенти, які вчилися за другим сценарієм. Викладати матеріал тільки заради того, щоб його викласти, безглуздо. Знайомлячи студентів з концепцією, але не витрачаючи час на те, щоб реально підтримати їх у вивченні, рідко виявляється корисним для будь-кого з них. Це залишає перед нами справжню проблему. Як ми можемо віддати належне широкій темі, якщо ми не охоплюємо багато питань? У навчальній програмі менше означає більше. Чим більше ви скоротите кількість того, що ви збираєтеся викладати, тим більшого ви зможете навчити, і студенти засвоять це глибше. Ми підтримуємо такий спосіб вивчення дисципліни. Бажаючи стати «експертом» з роботи із складним обладнанням, яке спочатку залякувало (наприклад, газовий хроматограф-мас-спектрометр), вони по вивченню курсу, не вагатимуться використовувати це обладнання в навчальних лабораторіях для досліджень.

У лабораторіях працюють студенти у групах по двоє чи троє та беруть участь у семестровому проекті. Для проекту студентам дається більш конкретна інформація про те, як насправді проводити дослідження. Я зустрічаюся з кожною групою, щоб пояснити їм, який метод вони використовуватимуть у дослідженні і вказую на деякі ключові питання, на які вони повинні будуть звернути увагу при проведенні літературного пошуку. Особливо важливим і цінним є колективна робота. Кожна група завершує деякі аналізи та генерує дані. Цей лабораторний формат має ще кілька переваг також. Найголовніше серед них те, що отримують студенти реалістичний досвід того, чим займається аналітична хімія. Вони повинні пройти весь процес від визначення мети до інтерпретації та звітування про кінцеві результати. Студенти з перших вуст оцінюють важливість належних стандартів та питань відтворюваності. Під час експерименту необхідно врахувати вибірку та вивчити питання точності та обґрунтованості вимірювання. Студенти регулярно стикаються з непередбачуваними

проблемами, які виникають під час виконання проєктів. Їм доводиться задавати питання та проєктувати експерименти. Вони розвивають свою незалежність та розширюють можливості, які не зустрічаються у звичному форматі. Студенти оцінюють як складним та трудомістким може бути проведення точних аналізів. Вони також бачать, яку велику частину роботи можна було зробити швидше відразу, якби вони мали досвід вирішення проблеми. Кожен студент повинен подати індивідуальний звіт свого проєкту. Цей звіт написаний у форматі статті. Під час останнього запланованого заняття, кожна група також подає усну презентацію свого дослідження. Формат такого навчання сприяє засвоєнню навичок, які будуть важливими для майбутнього успіху студентів [17].

Студенти також отримують досвід як ефективно вчитися, що сприяє покращенню розуміння змісту дисципліни. Лабораторні проєкти можуть бути адаптовані відповідно до обмеження будь-якого класу чи лабораторного середовища, а також і інтересів викладача [18].

Висновки. Зв'язок із студентами під час вивчення аналітичної хімії дає позитивний ефект на засвоєння матеріалу. Зміни, що вносяться до методу викладання, а саме використання відео під час лекцій, які пояснюють основи методів, презентацій із місцем для нотаток, платформ, де студенти можуть ставити запитання викладачу, покращують рівень володіння матеріалом. Найефективнішим засобом, що формує професійні навички у здобувачів вищої освіти, є лабораторні проєкти, тобто спільне вирішення практичних проблем.

Список використаних джерел

1. Harvey D. Modern analytical chemistry. New York: McGraw-Hill, 2000. P. 798.
2. Kellner R., Mermet J.M., Otto M., Valcarcel M., Widmer H.M. Analytical chemistry: a modern approach to analytical science. Weinheim: Wiley-Vch, 2004. P. 1181.
3. Огородник В.Э., Аршанский Е.Я. Методика преподавания химии. Москва: Аверсэв, 2014. С. 317.
4. Пак М. Методика преподавания химии в ПТУ. Интегративный подход в обучении. Ленинград: Рос. госуд. пед. ун. им. А.И. Герцена, 1990. С. 113.

5. Larive C.K. Problem-based learning in the analytical chemistry laboratory course. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2004, 380, 357–359. Doi: 10.1007/s00216-004-2802-z.
6. Wenclawiak B.W., Koch M., Hadjicostas E. Quality Assurance in Analytical Chemistry: Training and Teaching. *Accreditation and Quality Assurance*. 2011, 16, 331–332.
7. Faraday M. Chemical Manipulation: Instructions to Students in Chemistry. London: *Printed and Published*, 1827. P. 646.
8. Золотов Ю.А. Очерки истории аналитической химии. М.: *Техносфера*, 2018. С. 262.
9. Золотов Ю.А. Аналитическая химия XXI века: новый облик науки. *Вестник Российского фонда фундаментальных исследований*. 2019, 1(101), 120–134.
10. Masania J., Grootveld M., Wilson P.B. Teaching Analytical Chemistry to Pharmacy Students: A Combined, Iterative Approach. *Journal of Chemical Education*. 2017, 95(1), 47–54. Doi: 10.1021/acs.jchemed.7b00495.
11. Čížková V., Čtrnáctová H. Přírodovědná gramotnost–realita nebo vize. *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov*. 2007. 19–22.
12. Radvanová S., Čížková V., Martinková P. Mění se pohled učitelů na badatelsky orientovanou výuku?. *Scientia in educatione*. 2018, 9(1), 81–103. Doi: 10.14712/18047106.1054.
13. Pavelka V., Simon V., Doležal J. Analytická chemie kvalitativní pro dálkově studující na pedagogických fakultách. Dotisk [1. vyd.]. SPN. Edice: *Učební texty vys. Škol.*, 1965. S. 167.
14. Whelan R.J., Zare R.N. Teaching effective communication in a writing-intensive analytical chemistry course. *Journal of Chemical Education*. 2003, 80(8), 904.
15. Malissa H. Education in Analytical Chemistry. *Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie*. 1979, 297(4), 243–248. Doi: 10.1007/BF00488343.
16. Baker L.A., Cavinato A.G. Teaching Analytical Chemistry in the Time of COVID-19. *Anal. Chem.* 2020, 92(15), 10185–10186.
17. Zimmerer C., Thiele S., Salzer R., Krauseneck A., Körndle H. Internet teaching: Laboratory course in analytical chemistry. *Microchimica Acta*. 2003, 142(3), 153–159. Doi: 10.1007/s00604-003-0012-6.
18. Wenzel T.J. The teaching/learning process in analytical chemistry. *Microchimica Acta*. 2003, 142(3), 161–166. Doi: 10.1007/s00604-003-0011-7.

Стаття надійшла до редакції: 30.10.2020.

STUDY OF ANALYTICAL CHEMISTRY IN MODERN CONDITIONS

Zubenia N.V., Sadovnyk O.V.

*Communal institution of higher education "Rivne Medical Academy" of Rivne Regional Council, Mykola Karnaukhova Street 53, 33000, Rivne, Ukraine
e-mail: m_college@icc.rv.ua*

The article considers the problems that arise when studying analytical chemistry by students, identifies forms, methods and tools that help to effectively develop and assimilate new knowledge by graduates. Priority educational technologies are presented, which do not provide ready-made knowledge, but encourage search, and in which the role of the teacher is reduced to the function of tutor and organizer, which helps to increase student self-esteem, lays the foundations of his professional growth. The objective of the article is to determine scientifically grounded approaches and choose effective forms, methods and means of the development of professional competence of students studying Analytical Chemistry. The course of analytical chemistry forms the basic practical skills that will be needed by the student during the study of organic, pharmaceutical, toxicological, physical and biological chemistry and involves the formation of skills to apply the acquired knowledge to study special disciplines and professional activities. As a subject, analytical chemistry remains a complex but vital part of the curriculum, in which students are taught to understand the principles by which analytical methods work, as well as to interpret the quantitative data obtained.. That is why it is so important that students not only gain theoretical knowledge, but also understand the nature of the considered techniques, as well as their relative advantages and applications. It is now common practice to include a variety of formats in laboratory manuals for ease of use, but diagrams have been and

remain useful, especially in terms of equipment setup, experimental design, and analytical techniques. Communication with students while studying Analytical Chemistry has a positive effect on learning. Changes in the teaching method, namely the use of video during lectures, which explain the basics of methods, presentations with space for notes, platforms where students can ask questions to the teacher, improve the level of mastery of the material. The most effective means of developing professional skills in students of higher educational institutions are laboratory projects, i.e. joint solution of practical problems.

Keywords: Analytical chemistry; joint study; professional training of future specialists.

References

1. Harvey D. Modern analytical chemistry. New York: *McGraw-Hill*, 2000. P. 798.
2. Kellner R., Mermet J.M., Otto M., Valcarcel M., Widmer H.M. Analytical chemistry: a modern approach to analytical science. Weinheim: *Wiley-Vch*, 2004. P. 1181.
3. Ogorodnik V.Je., Arshanskij E.Ja. Metodika prepodavanija himii. Moskva: *Aversjev*, 2014. S. 317 (in Russ.).
4. Pak M. Metodika prepodavanija himii v PTU. Integrativnyj podhod v obuchenii. Leningrad: *Ros. gosud. ped. un. im. A.I. Gercena*, 1990. S. 113 (in Russ.).
5. Larive C.K. Problem-based learning in the analytical chemistry laboratory course. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2004, 380, 357–359. Doi: 10.1007/s00216-004-2802-z.
6. Wenclawiak B.W., Koch M., Hadjicostas E. Quality Assurance in Analytical Chemistry: Training and Teaching. *Accreditation and Quality Assurance*. 2011, 16, 331–332.
7. Faraday M. Chemical Manipulation: Instructions to Students in Chemistry. London: *Printed and Published*, 1827. P. 646.
8. Zolotov Ju.A. Oчерki istorii analiticheskoj himii. Moskva: *Tehnosfera*, 2018. S. 262 (in Russ.).
9. Zolotov Ju.A. Analiticheskaja himija XXI veka: novyj oblik nauki. *Vestnik Rossijskogo fonda fundamental'nyh issledovanij*. 2019, 1(101), 120–134 (in Russ.).
10. Masania J., Grootveld M., Wilson P.B. Teaching Analytical Chemistry to Pharmacy Students: A Combined, Iterative Approach. *Journal of Chemical Education*. 2017, 95(1), 47–54. Doi: 10.1021/acs.jchemed.7b00495.
11. Čížková V., Čtrnáctová H. Přírodovědná gramotnost–realita nebo vize. *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov*. 2007, 19–22.
12. Radvanová S., Čížková V., Martinková P. Mění se pohled učitelů na badatelsky orientovanou výuku?. *Scientia in educatione*. 2018, 9(1), 81–103. Doi: 10.14712/18047106.1054.
13. Pavelka V., Simon V., Doležal J. Analytická chemie kvalitativní pro dálkově studující na pedagogických fakultách. Dotisk [1. vyd.]. SPN. Edice: *Učební texty vys. Škol.*, 1965. S. 167.
14. Whelan R.J., Zare R.N. Teaching effective communication in a writing-intensive analytical chemistry course. *Journal of Chemical Education*. 2003, 80(8), 904.
15. Malissa H. Education in Analytical. Chemistry. *Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie*. 1979, 297(4), 243–248. Doi: 10.1007/BF00488343.
16. Baker L.A., Cavinato A.G. Teaching Analytical Chemistry in the Time of COVID-19. *Anal. Chem.* 2020, 92(15), 10185–10186.
17. Zimmerer C., Thiele S., Salzer R., Krauseneck A., Körndle H. Internet teaching: Laboratory course in analytical chemistry. *Microchimica Acta*. 2003, 142(3), 153–159. Doi: 10.1007/s00604-003-0012-6.
18. Wenzel T.J. The teaching/learning process in analytical chemistry. *Microchimica Acta*. 2003, 142(3), 161–166. Doi: 10.1007/s00604-003-0011-7.