


DOI [https://doi.org/10.58442/2218-7650-2023-25\(54\)-238-252](https://doi.org/10.58442/2218-7650-2023-25(54)-238-252)

УДК378.14: 372.857

**Ткачук Ганна Сергіївна,**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри хімії та хімічної інженерії  
Хмельницького національного університету.  
Хмельницький, Україна.

 <https://orcid.org/0000-0003-3502-0557>  
[190670anna363@ukr.net](mailto:190670anna363@ukr.net)

## **ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ ХІМІКІВ-ТЕХНОЛОГІВ У КЛАСИЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ**

**Анотація.** Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року є дороговказом реформи і вдосконалення в організації освітньої діяльності в класичних університетах. Для забезпечення кваліфікованими фахівцями з хімічної технології науки, промисловості, виробництва важливою є природничо-математична і фахова підготовка здобувачів, серед яких центральне місце займає низка хімічних дисциплін. Ця стаття присвячена теоретичним і методичним засадам навчання аналітичної хімії хіміків-технологів у класичних університетах. Щоб розглянути роль і значення навчальної дисципліни аналітична хімія у підготовці хіміків-технологів у класичних університетах, потрібно спочатку з'ясувати, чим є сама наука – аналітична хімія. Це не просто одна з найважливіших хімічних фундаментальних наук, але наука, яка має величезне практичне значення для життя суспільства. Вона створює засоби для хімічного аналізу та забезпечує його здійснення. Без розвинутого хімічного аналізу неможливе функціонування провідних галузей економіки, природокористування і сфер, пов'язаних з життєдіяльністю людини. Мета аналітичної хімії як навчальної дисципліни для підготовки сучасного хіміка-технолога полягає у формуванні теоретичного та практичного рівня знань, необхідного для освоєння спеціальних предметів, де використовується хімічний аналіз природних і штучних об'єктів; розумінні кількісного та якісного складу речовин і матеріалів як основи для ґрунтовного творчого мислення, котре спонукає до розв'язання новітніх проблем хімічної науки. Було показано, як реалізуються елементи технології учіння при вивченні аналітичної хімії. Аналітична хімія є наукою, яка крім теоретичного, має високо

розвинений практичний аспект. Практичний аспект при вивченні аналітичної хімії має не лише навчальний характер, але й виробничий. Процес викладання аналітичної хімії залежить від майстерності викладача в організації навчального процесу, а також від його можливостей і бажання встигати за стрімкими викликами науково-технічного прогресу. Якість викладання значною мірою залежить також від наявних матеріально-технічних ресурсів, а саме – сучасних приладів. За сталого рівня викладання процес навчання залежить від рівня природничо-математичної підготовки здобувачів, оскільки саме це є запорукою реалізації усіх елементів технології учіння і зрештою забезпечує міцність знань та формування розвинених умінь та навичок.

**Ключові слова:** вища освіта; аналітична хімія; класичний університет; учіння; елементи технології учіння; підготовка хіміків-технологів.

## **ВСТУП / INTRODUCTION**

**Постановка проблеми.** Національна стратегія розвитку освіти в Україні на є посібником перетворень і змін на краще в організації освітнього процесу в класичних університетах. Для забезпечення кваліфікованими працівниками в галузі хімічної технології та інженерії науки, промисловості, виробництва важливим складником є природничо-математична і фахова підготовка здобувачів, серед яких центральне місце займає низка хімічних дисциплін. Ця стаття присвячена теоретичним і методичним засадам навчання аналітичної хімії (АХ) хіміків-технологів у класичних університетах. Національна стратегія розвитку освіти в Україні також передбачає компетентнісний підхід до розроблення освітніх програм (ОП), у світлі якого для випускників освітньо-професійної програми (ОПП) 161 «Хімічні технології та інженерія» передбачені такі компетентності та програмні результати: «здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач... використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції... проектувати хімічні процеси з урахуванням технічних, законодавчих та екологічних обмежень... знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми... коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і

обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі... знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості... здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної... хімії» [1].

Інженер-хімік-технолог – це фахівець, який поєднує інженерну і хімічну підготовку. В ОПП 161 «Хімічні технології та інженерія» для хіміків-технологів передбачена здатність виконувати види професійних робіт відповідно до Національного класифікатора України ДК-003.2010: 3111: лаборант/технік-лаборант (хімічні та фізичні дослідження), технік-технолог, технік (хімічні технології), технік-лаборант (хімічне виробництво), технолог, асистент хіміка, технік-еколог, інженер-хімік, яким потрібно здійснювати проектування та контроль хімічних виробництв та їхній екологічний моніторинг. Ось чому роль АХ та здатність здійснювати хімічний аналіз хіміком-технологом неможливо переоцінити.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У попередніх статтях були розглянуті методичні можливості навчальних посібників, на прикладі навчально-методичних праць автора: підручника, збірника задач та лабораторного практикуму (ЛП) із загальної хімії. Також була проаналізована дидактична та організаційно-методична роль ЛП у підготовці хіміків-технологів у класичних університетах [2], [3], [4].

## **МЕТА ТА ЗАВДАННЯ / AIM AND TASKS**

**Метою** статті є виявлення теоретичних і методичних особливостей навчання АХ хіміків-технологів у класичних університетах.

Для досягнення мети потрібно виконати наступні **завдання**: показати, як реалізуються елементи технології учіння при вивченні АХ.

## **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ / THE THEORETICAL BACKGROUNDS**

Важливими принципом при створенні курсу з дисципліни є відповідність навчального матеріалу рівневі розвитку сучасних хімічних знань: тобто в курсі АХ використані провідні наукові ідеї та теорії про хімічний аналіз, його методи та можливості. У цій праці використаний системний підхід, який має на увазі концентрування знання біля провідних наукових ідей та їх пряме застосування в сучасній фаховій діяльності

майбутнього хіміка-технолога. Тому структура курсу з АХ формується із врахуванням принципу оптимальних співвідношень у виборі фактів та встановленні їхніх зв'язків із теоретичними положеннями.

### **МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ / RESEARCH METHODS**

У роботі застосовані теоретичні й експериментальні методи дослідження: спостереження, аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, педагогічний експеримент.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ / RESULTS OF THE RESEARCH**

Щоб розглянути роль і значення АХ у підготовці хіміків-технологів в класичному виші, потрібно спочатку з'ясувати, чим є сама наука – АХ. Це не просто одна з найважливіших хімічних фундаментальних наук, але наука, яка має величезне практичне значення для життя суспільства, яка створює засоби для хімічного аналізу та забезпечує його здійснення. Без розвинутого хімічного аналізу неможливе функціонування провідних галузей економіки, природокористування і сфер, пов'язаних з життєдіяльністю людини.

Фундаментальна частина АХ покликана постійно розвиватись. Її завдання – теоретично обґрунтовувати, створювати, вдосконалювати методи і засоби аналізу, розробляти і синтезувати аналітичні реактиви, стандартні зразки, все це випробовувати. Прикладним аспектом АХ є аналітична служба, яка являє собою сервісну систему, що забезпечує конкретний аналіз об'єктів з використанням методів, що рекомендуються АХ, тобто хімічним аналізом. АХ – це наука про методи і засоби хімічного аналізу, а також встановлення хімічної будови. Засоби аналізу – це прилади, реактиви, стандартні зразки, комп'ютерні програми. Методи та засоби аналізу постійно змінюються: залучають нові підходи, використовують нові принципи, явища, інколи із досить віддалених галузей знання. Під час проведення хімічного аналізу застосовують фізичні методи: спектроскопічні і ядерно-фізичні. Таким чином, АХ набуває рис міждисциплінарної науки.

Метод аналізу – це досить універсальний і теоретично обґрунтований спосіб визначення складу безвідносно до певного компоненту і до аналізованого об'єкта. Методика аналізу – це докладна інструкція аналізу об'єкта на задані компоненти з використанням вибраного методу. Практично немає методик без вказівки виявлених компонентів, об'єкта аналізу та застосовуваного методу, наприклад,

методика полярографічного визначення вісмуту в жароміцній сталі.

АХ є не тільки частиною хімії, але й тісно переплітається з іншими науками, особливо з фізикою, а також із технікою. На основі їхніх закономірностей АХ створює методи аналізу. З іншого боку, вона забезпечує багато інших дисциплін методами і методиками, що значною мірою зумовлює їхній успіх. АХ тісно пов'язана з різними галузями хімічної науки і виробництва. Її методами користуються також в сільському господарстві, геології, металургії, біохімії, медицині, фізиці, природокористуванні, оборонному комплексі.

Тепер розглянемо, чим є навчальна дисципліна АХ. Вона є обов'язковим компонентом професійної і практичної підготовки за ОПП 161 «Хімічні технології та інженерія» і вивчається протягом 3–4 семестрів, має обсяг 8 кредитів ECTS. Мета АХ як навчальної дисципліни для підготовки сучасного хіміка-технолога полягає у формуванні теоретичного та практичного рівня знань, необхідного для освоєння спеціальних предметів, де використовується хімічний аналіз природних та штучних об'єктів; розумінні кількісного та якісного складу речовин та матеріалів як основи для ґрунтовного творчого мислення, яке спонукає до розв'язання новітніх проблем хімічної науки. Завданням дисципліни є формування теоретичних та практичних знань для організації та проведення лабораторного хімічного експерименту з визначення якісного та кількісного складу об'єкта хімічними, фізико-хімічними та фізичними методами.

АХ пов'язана з іншими науками, вона вивчається після загальної та неорганічної хімії, фізики, вищої та прикладної математики. Здобувач має знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми; коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі; здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії; обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв [5]. АХ передувє вивченню таких дисциплін: загальна хімічна технологія, основи проектування хімічних виробництв, основи технічної творчості та наукових досліджень, екологічний аудит та менеджмент хімічних технологій.

Третій семестр присвячений класичним методам аналізу, а четвертий – інструментальним. На великий обсяг фактичного матеріалу припадає досить стислий час на аудиторне навантаження, тому задачею викладача є виділити найбільш важливі позиції для аудиторної роботи з використанням системного аналізу. Засобами навчання є підручник, лабораторний практикум та електронні освітні ресурси, розміщені в інформаційній системі «Модульне середовище для навчання» (ІС МСН). На рис. 1 показано фрагмент ІС МСН.

В часи, коли ще не було розвинених ІТ-технологій, АХ, з-поміж чотирьох головних хімічних дисциплін, найбільш потребувала наочних посібників, для її ефективного викладання. Так і зараз, роль наочних посібників є дуже важливою. Серед них: мультимедійні презентації, схеми, таблиці, діаграми, графіки, рисунки, фото, анімації, відео, демонстративний хімічний експеримент. Курс класичних методів аналізу включає якісний та кількісний аналіз, який в свою чергу поділяється на гравіметричні і титриметричні методи аналізу, а також газовий аналіз. Лекційний курс може проходити, залежно від форми організації навчального процесу в Хмельницькому національному університеті (ХНУ), як аудиторно, так і онлайн через платформу Zoom.

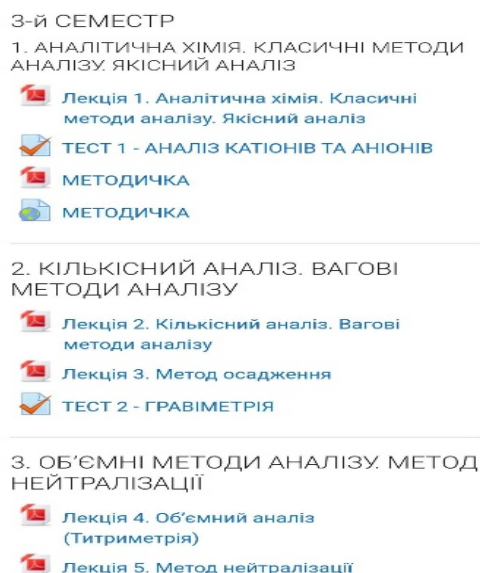


Рис. 1 Фрагмент курсу «Аналітична хімія» в ІС МСН

Оскільки АХ має значний обсяг роботи, яку ефективно можна здійснювати лише в лабораторних умовах, а саме формування практичних умінь і навичок зважування, нагрівання, випаровування,

осадження і фільтрування, центрифугування, промивання осадів, приготування розчинів, приготування титрантів з фіксаналу, калібрування мірного посуду, вивчення принципів роботи вимірювальних приладів, наявних на кафедрі, ці важливі лабораторні заняття (ЛЗ) виконуються під час ЛП в третьому семестрі. Форма організації ЛЗ групова та індивідуальна, експеримент – навчальний. Результати роботи в лабораторії – отримані практичні уміння і навички можуть бути використані у подальшому навчанні в процесі виконання курсових та кваліфікаційних робіт, а також НДР.

Теоретичний курс аналітичної хімії починається з розділів і видів її завдань. В розділі якісний аналіз розглядаються аналітичні реакції, візуальні ефекти аналітичних реакцій, умови виконання і чутливість аналітичних реакцій, аналіз неорганічних речовин – катіонів та аніонів, а також приклади розрахункових задач на визначення чутливості реакцій [6]. При викладанні теоретичного матеріалу застосовується системний підхід з опорою на атомно-молекулярне вчення, періодичний закон та квантову механіку. Як засіб навчання використовуються хімічна мова, хімічна символіка – хімічні формули, математичні співвідношення та рівняння реакцій, а також засоби зображення для демонстрації аналітичних ефектів реакцій.

ЛЗ з цієї теми має оглядовий характер: в процесі знайомства з аналітичними реакціями катіонів та аніонів, здобувачі відпрацьовують «сухий» та «мокрый» методи проведення реакцій, пробірний, крапельний, мікрокристалоскопічний. Студенти працюють з мікро- та напівмікро-кількостями речовин. Форма організації ЛЗ – індивідуальна.

Самостійна робота (СР) полягає в опрацюванні лекційного матеріалу з підручником, конспектом лекцій в ІС МСН, підготовці звіту з лабораторної роботи (ЛР) «Аналіз катіонів та аніонів» у вигляді таблиці, де зазначається йон, рівняння реакції, спостереження, умови виконання (див. рис. 2) [7]. Звіт з ЛР подається викладачу не пізніше, ніж перед початком наступного ЛЗ. Формою контролю цієї теми є тестування онлайн в МСН. Також студенти готуються до наступної теми, оскільки під час лекції і ЛР є можливість розглянути і обговорити лише найважливіші і найважчі для самостійного опрацювання точки.

Наступна тема розглядає кількісний аналіз – гравіметрію та види гравіметричних методів аналізу, обладнання і техніку виконання основних операцій, точність методів, розрахункові задачі з визначення маси наважки, об'єму осаджувача, гравіметричного фактору. При

викладанні матеріалу використовуються рисунки, схеми, анімації, відео. ЛП розглядає гравіметричний метод осадження: доведення тиглів до сталої маси, робота з терезами, ексикаторами, сушильною шафою та муфельною піччю, фільтрування, визначення компонента в досліджуваному зразку: «Визначення масової відсоткової частки сульфат-йонів у магній сульфаті гравіметричним методом осадження» та «Визначення масової відсоткової частки барію в кристалічному барій хлориді гравіметричним методом осадження». ЛР студенти виконують груповим методом. Форма контролю – тестування.

№ з/п	Йон	Реагент	Рівняння реакції	Спостереження, йони, що заважають
2				
2.1	$\text{NH}_4^+$	$\text{OH}^-$	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^- + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	Лакмусовий папір синіє, запах амоніаку; реакція специфічна
...	...	...	...	...
10				
10.3, з	$\text{Cr}^{3+}$	$\text{MnO}_4^-$	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{MnO}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{Cr}^{3+} + 2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{H}^+$ $2\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 6\bar{e} \rightarrow 2\text{MnO}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>Окисник/відновлення</p> $2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} - 6\bar{e} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$ <p>Відновник/окиснення</p>	Бурий осад, над яким жовтий розчин; заважають інші катіони-відновники

Рис. 2 Приклад оформлення аналітичних реакцій

Для оформлення лабораторного журналу кількісного аналізу рекомендується наступна схема: 1. Дата виконання роботи. 2. Назва роботи. 3. Стислий опис сутності методу. 4. Далі зазначають: рівняння хімічної реакції в йонному вигляді, умовні частини, що беруть участь в реакції, їхні молярні маси. 5. Розрахунок мінімальної маси наважки. 6. Стислий опис методики аналізу. 7. Таблиця одержаних результатів. 8. Розрахунки. 9. Статистична обробка результатів аналізу. 10. Висновки.

Наступним змістовим модулем є титриметричний аналіз, який поділяється за типом реакції на методи нейтралізації, окисно-відновні,



комплексиметричні, осаджувальні, а також за способом титрування – на пряме, зворотне, замісникове; правила підбору індикаторів, криві титрування; похибки і точність методів. Матеріал цього розділу базується на вченні про теплові ефекти і напрям перебігу хімічних реакцій, використовує, крім рівнянь реакцій, графічні зображення, рисунки, відео. Розрахункові задачі цього змістового модуля спираються на способи вираження складу розчину та закон еквівалентів для розчинів, спеціальні аналітичні поняття, такі як, аліквота, титр, титр титранту за визначуваною речовиною. Задачі також розглядають в межах способів окремих наважок і піпеткування: розрахунки мас наважок речовин і масової частки визначуваної речовини.

ЛП присвячений приготуванню первинних та вторинних стандартних розчинів, знайомству з вимірювальним посудом і формування навичок їхнього використання, калібруванню цього посуду і саме встановленням вмісту визначуваної речовини шляхом титрування – опанування техніки титрування, напрацювання навичок. Взяття наважок і приготування робочих розчинів проводиться груповим або індивідуальним методом, а титрування – індивідуальним. Форма контролю – контрольна ЛР – встановлення вмісту визначуваного компонента в аналіті.

Наступні змістові модулі – це інструментальні методи аналізу: оптичні, електрохімічні і хроматографічні [8]. Ці методи аналізу побудовані на вимірюванні за допомогою приладів певних фізичних параметрів системи, які є функцією концентрації визначуваної речовини. Чималу роль в підготовці хіміків-технологів відіграють саме інструментальні методи аналізу. Теоретичні основи оптичних методів аналізу базуються на основному законі світлопоглинання, електрохімічних методів – на законах Ома і Кулона, хроматографічних – на законі розподілу. Крім хімічних формул, використовуються принципові схеми приладів, рисунки, анімації, відеоматеріали. В цьому модулі, крім класичних лекцій, проводяться лекції з фахівцями-практиками. Оскільки аналітична хімія є наукою, яка стрімко розвивається, крім класичних трьох блоків, хіміки-технологи вивчають тест-методи аналізу та їхнє застосування у різних галузях науки і виробництва. Контроль засвоєння теоретичного матеріалу проходить у вигляді тестування в ІС МСН.

Розрахункові задачі присвячені визначенню концентрації аналізованих речовин за оптичною густиною, показником заломлення, кутом обертання площини поляризації; залежно від електрорушійної

сили кола, за даними хроматографування; а також потенціометричному визначенню рН, побудові калібрувальних графіків і кривих титрування і визначенню концентрацій.

В ЛП основною задачею є встановлення кількісного складу визначуваного компонента в зразку. Концентрація визначуваної речовини є функцією певної фізичної властивості системи. Форми організації ЛР в залежності від їхньої специфіки, є фронтальні, групові й індивідуальні. Концентрація компонента визначається часто методом калібрувального графіку. Якщо студент отримує індивідуальне завдання (фотоколориметрія, спектрофотометрія тощо) то захистом ЛР є правильне визначення вмісту певного компонента в аналіті. Якщо ж ЛР є груповою, як наприклад газо-хроматографічне визначення вуглеводнів, то захистом ЛР є індивідуальний мініпроект.

ЛП з АХ з метою наближення навчального процесу до виробництва і посилення матеріальної бази практикуму проходить також у вигляді виїзних занять в хімічних лабораторіях інших установ, наприклад, НДЕКЦ МВС України. Там здобувачі мають можливість ознайомитись з роботою більш широкого спектра приладів, ніж в лабораторіях ХНУ, наприклад, з рентгенофлуоресцентним та оптико-емісійним з індуктивно-зв'язаною плазмою спектрометрами, мас-спектрометром тощо. В такому форматі навчання фахівцем-практиком проводиться демонстраційний експеримент у груповому форматі. Форма захисту ЛР – індивідуальні мініпроекти.

Таким чином, вивчивши курс АХ, майбутні хіміки-технологи здобувають не лише масив інформації з цієї навчальної дисципліни, але й проробляють значний об'єм практичної роботи, починаючи від взяття наважок і приготування розчинів, до навичок безпосередньої роботи з такими приладами, як газо-рідинний хроматограф, ІЧ-Фур'є спектрометр. Ці компетенції складають міцний фундамент при вивченні на наступних курсах дисциплін професійної підготовки, при виконанні курсових робіт, студентської НДР, кваліфікаційних магістерських робіт.

В ході дослідження процесу навчання АХ в класичному університеті видно, що цей процес корелює з елементами технології учіння [9], [10]. Підготовка до учіння полягає в актуалізації інтересу. Так звана мотивація «до» – це яскравість подання матеріалу, його доступність і зрозумілість, реалістичність досягнення високих результатів через міцну попередню підготовку здобувача, приклад успішних випускників за цією освітньою програмою, і як результат – жага пізнання. За відсутності або за низького

рівня цих складників підготовка до учіння реалізується слабкою мірою і здебільшого за рахунок мотивації «від» – небажання залишитися поза межами вишу.

Безпосередньо учіння починається зі сприймання – дії сигналів на органи чуттів. Саме в процесі вивчення аналітичної хімії філософська категорія «аналіз» (від давньогрец. *ἀνάλυσις* «розклад, розтин») – операція уявного чи реального розтину цілого (речі, властивості, процесу чи відношення між предметами) на складові частини співпадає з хімічним аналізом об'єктів. Предмети та явища, які вивчають здобувачі, сприймаються ними, як одне ціле, в якому окремі складові перебувають у стані єдності. Тоді в процесі аналізу сприйнятого та його осмислення предмет (явище) розчленовують на окремі елементи. Так само і в аналітичній хімії.

Наступний елемент технології учіння – розуміння є результатом сприйняття. Розуміння навчального матеріалу головним чином залежить від рівня попередньої природничо-математичної та хімічної підготовки здобувача, яка на етапі вивчення аналітичної хімії має бути досить серйозною. При засвоєнні навчального матеріалу відбуваються його систематизація і узагальнення, поділ на головне і другорядне. Зазвичай забезпечення міцності знань здійснюється в процесі практичного їх застосування. Здобувачі частіше запам'ятовують прилади, на яких вони працювали і досліди, які вони виконували, ніж складні математичні залежності. Формування умінь та навичок призводить до їхнього розвитку, що в свою чергу забезпечує міцність одержаних знань. І саме навчальний процес з АХ є яскравим тому підтвердженням.

## **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ / CONCLUSIONS AND PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH**

У цій праці нами виявлені теоретичні і методичні особливості навчання АХ хіміків-технологів у класичних університетах:

- було показано, що АХ є наукою, яка крім теоретичного, має високо розвинений практичний аспект;
- практичний аспект при вивченні АХ має не лише навчальний характер, але й виробничий;
- процес викладання АХ залежить від майстерності викладача в організації навчального процесу і від його можливостей і бажання встигати за стрімкими викликами науково-технічного прогресу;
- якість викладання значною мірою залежить також від наявних

матеріально-технічних ресурсів, а саме – сучасних приладів і програмного забезпечення.

- за сталих попередніх двох пунктів процес навчання залежить від рівня природничо-математичної підготовки здобувачів, оскільки саме це є запорукою реалізації усіх елементів технології учіння і зрештою забезпечує міцність знань та формує розвинені вміння та навички.

**Перспективи подальших досліджень.** Представлені результати досліджень є проміжним етапом розробленні теоретичних і методичних основ навчання хімічних дисциплін хіміків технологів в класичних університетах.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)**

- [1] Підкомісія зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія Науково-методичної комісії 9 з інженерії сектору вищої освіти Науково-методичної ради МОН України. (2020). Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія, спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія. МОН України, 2020.
- [2] Г. С. Ткачук, «Навчальний посібник як важлива складова навчально-методичного комплексу із загальної хімії», *Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки»*, вип. 10(39), с. 103–120, 2019. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://is.gd/kNTcqM> Дата звернення: Серп. 20, 2023.
- [3] Г. Ткачук, «Роль збірника задач у навчально-методичному комплексі із загальної хімії», *Педагогічний дискурс*, № 32, с. 7–15, 2022.
- [4] Г. Ткачук, «Методичні та дидактичні основи лабораторного практикуму з хімічних дисциплін», *Витоки педагогічної майстерності. Серія «Педагогічні науки»*, № 25, с. 230–235, 2022.
- [5] Проектна група зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія (бакалавр) ХНУ. Проект освітньої програми: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія, спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія. МОН України, ХНУ, 2023.
- [6] Г. С. Ткачук, Аналітична хімія (якісний аналіз): метод. вказівки до викон. лаб. робіт для студ. напряму підготовки «Хімічна технологія». Хмельницький, Україна, 2011.
- [7] Г. С. Ткачук, Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз:


лабораторний практикум з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія». Хмельницький, Україна, 2023, ч. 1.

- [8] Г. С. Ткачук, Аналітична хімія. Фізико-хімічні методи аналізу: лабораторний практикум для студентів напряму підготовки «Хімічна технологія». Хмельницький, Україна, 2015.
- [9] Г. С. Ткачук, «Кваліметричне дослідження елементів процесу учіння на прикладі вивчення хімічних дисциплін», *Теорія та методика навчання та виховання*, № 48, с. 132–145, 2020.
- [10] Г. С. Ткачук, «Кваліметрична оцінка технології учіння у процесі підготовки здобувачів вищої освіти з хімії», *Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки»*, вип. 13(42), с. 259–275, 2020. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://is.gd/5PxCfO> Дата звернення: Серп. 20, 2023.

## FEATURES OF TEACHING AN ALYTICAL CHEMISTRY FOR TECHNOLOGISTS CHEMISTS AT THE CLASSICAL UNIVERSITY

**Hanna Tkachuk,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department  
of Chemistry and Chemical Engineering,  
Khmelnyskyi National University.  
Khmelnyskyi, Ukraine.

 <https://orcid.org/0000-0003-3502-0557>  
[190670anna363@ukr.net](mailto:190670anna363@ukr.net)

**Abstract.** The national strategy for the development of education in Ukraine for the period until 2021 is a guidepost for reform and improvement in the organization of educational activities in classical universities. In order to provide qualified specialists in the chemical technology of science, industry, and production, the natural, mathematical and professional training of applicants is important, among which a number of chemical disciplines occupy a central place. This article is devoted to the theoretical and methodical principles of teaching analytical chemistry of technologist chemists in classical universities. In order to consider the role and importance of the academic discipline of analytical chemistry in the training of chemists-technologists in classical universities, it is necessary to first find out what the science itself is – analytical chemistry. It is not just one of the most important chemical fundamental sciences, but a science that

has enormous practical importance for the life of society, it creates means for chemical analysis and ensures its implementation. Without advanced chemical analysis, the functioning of the leading branches of the economy, nature use and spheres related to human life is impossible. The purpose of analytical chemistry as an educational discipline for training a modern chemist-technologist is to form the theoretical and practical level of knowledge necessary for mastering special subjects where chemical analysis of natural and artificial objects is used; understanding of the quantitative and qualitative composition of substances and materials as a basis for thorough creative thinking, which leads to the solution of the latest problems of chemical science. It was shown how the elements of learning technology are implemented in the study of analytical chemistry. Analytical chemistry is a science that, in addition to the theoretical, has a highly developed practical aspect. The practical aspect of studying analytical chemistry is not only educational, but also industrial in nature. The process of teaching analytical chemistry depends on the teacher's skill in organizing the educational process and on his capabilities and desire to keep up with the rapid challenges of scientific and technological progress. The quality of teaching also largely depends on the available material and technical resources, namely, modern devices. At a constant level of teaching, the learning process depends on the level of natural and mathematical training of students, since this is the key to the implementation of all elements of learning technology and ultimately ensures the strength of knowledge and the formation of developed skills and abilities.

**Key words:** higher education; analytical chemistry; classical university; learning; elements of learning technologies; training of technologist chemists.

#### **REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)**

- [1] Pidkomisiia zi spetsialnosti 161 Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia Naukovo-metodychnoi komisii 9 z inzhenerii sektoru vyshchoi osvity Naukovo-metodychnoi rady MON Ukrainy. (2020). Standart vyshchoi osvity Ukrainy: pershyi (bakalavrskyi) riven vyshchoi osvity, haluz znan 16 Khimichna ta bioinzheneriia, spetsialnist 161 Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia. MON Ukrainy, 2020.
- [2] H. S. Tkachuk, «Navchalnyi posibnyk yak vazhlyva skladova navchalno-metodychnoho kompleksu iz zahalnoi khimii», *Visnyk pisliadyplomnoi osvity. Seriia «Pedahohichni nauky»*, vyp. 10(39), s. 103–120, 2019.

- [Elektronnyi resurs]. Dostupno: <https://is.gd/kNTcqM> Data zvernennia: Serp. 20, 2023.
- [3] H. Tkachuk, «Rol zbirnyka zadach u navchalno-metodychnomu kompleksi iz zahalnoi khimii», Pedahohichniy diskurs, № 32, s. 7–15, 2022.
- [4] H. Tkachuk, «Metodychni ta dydaktychni osnovy laboratornoho praktykumu z khimichnykh dystsyplin», Vytoky pedahohichnoi maisternosti. Seriiia «Pedahohichni nauky», № 25, s. 230–235, 2022.
- [5] Proiektna hrupa zi spetsialnosti 161 Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia (bakalavr) KhNU. Proiekt osvitnoi prohramy: pershyi (bakalavrskyi) riven vyshchoi osvity, haluz znan 16 Khimichna inzheneriia ta bioinzheneriia, spetsialnist 161 Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia. MON Ukrainy, KhNU, 2023.
- [6] H. S. Tkachuk, Analitychna khimiia (iakisnyi analiz): metod. vkazivky do vykon. lab. robit dlia stud. napriamu pidhotovky «Khimichna tekhnolohiia». Khmelnytskyi, Ukraina, 2011.
- [7] H. S. Tkachuk, Analitychna khimiia. Yakisnyi ta kilkisnyi analiz: laboratornyi praktykum z dystsypliny dlia zdobuvachiv pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity spetsialnosti 161 «Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia». Khmelnytskyi, Ukraina, 2023, ch. 1.
- [8] H. S. Tkachuk, Analitychna khimiia. Fyzyko-khimichni metody analizu: laboratornyi praktykum dlia studentiv napriamu pidhotovky «Khimichna tekhnolohiia». Khmelnytskyi, Ukraina, 2015.
- [9] H. S. Tkachuk, «Kvalimetrychne doslidzhennia elementiv protsesu uchinnia na prykladi vyvchennia khimichnykh dystsyplin», Teoriia ta metodyka navchannia ta vykhovannia, № 48, s. 132–145, 2020.
- [10] H. S. Tkachuk, «Kvalimetrychna otsinka tekhnolohii uchinnia u protsesi pidhotovky zdobuvachiv vyshchoi osvity z khimii», Visnyk pisliadyplomnoi osvity. Seriiia «Pedahohichni nauky», vyp. 13(42), s. 259–275, 2020. [Elektronnyi resurs]. Dostupno: <https://is.gd/5PxCfO> Data zvernennia: Serp. 20, 2023.

*Стаття надійшла до редакції  
10 вересня 2023 року*