МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Факультет природничої освіти та природокористування

Кафедра географії, геодезії та землеустрою

Кафедра хімії та екології

Вінницький державний педагогічний університет

імені Михайла Коцюбинського

КЗ «Гайворонський краєзнавчий музей» Гайворонської міської ради

Кіровоградської області

Міжнародна асоціація екологів України

ІНТЕГРАЦІЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ГЕОГРАФІЧНІЙ, ЕКОЛОГІЧНІЙ ТА ХІМІЧНІЙ ОСВІТІ

Збірник матеріалів

XI Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції

(21 листопада 2025 року)

Умань

Візаві

2025

УДК 37:001.8(06)
І-73

Відповідальні за випуск:

Герасименко О. В., кандидат педагогічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри географії, геодезії та землеустрою Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Горбатюк Н. М., кандидат педагогічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Редакційна колегія:

Герасименко О. В., кандидат педагогічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри географії, геодезії та землеустрою Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Горбатюк Н. М., кандидат педагогічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Якимчук Б. А., кандидат психологічних наук, професор, в.о. декана факультету природничої освіти та природокористування Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Совгіра С. В., доктор педагогічних наук, професор кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Денисик Г. І., доктор географічних наук, професор, професор кафедри географії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

Кормош Ж. О., кандидат хімічних наук, професор кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Ситник О. І., кандидат географічних наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Душечкіна Н. Ю., кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Максютов А. О., кандидат педагогічних наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Рожі І. Г., кандидат педагогічних наук, доцент кафедри географії, геодезії та землеустрою Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Подзерей Р. В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Задорожна О. М., кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

Гончарук В. В., кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Парахненко В. Г., доктор філософії зі спеціальності 103 «Науки про Землю», старший викладач кафедри хімії та екології Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини;

Хіміч М. І., доктор філософії зі спеціальності 103 «Науки про Землю», викладач кафедри географії, геодезії та землеустрою Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Комп'ютерна верстка:

Хіміч М. І., доктор філософії зі спеціальності 103 «Науки про Землю», викладач кафедри географії, геодезії та землеустрою Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Рекомендовано до друку вченою радою факультету природничої освіти та природокористування Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (протокол №5 від 27 листопада 2025 р.)

Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географічній, екологічній та
І-73 хімічній освіті : зб. матер. XI Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (21 листоп. 2025 р.) / МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини ; Ф-т природн. освіти та природокористування [та ін.] ; [відп. за вип.: О. В. Герасименко, Н. М. Горбатюк ; редкол.: О. В. Герасименко, Н. М. Горбатюк, Б. А. Якимчук [та ін.]. – Умань : Візаві, 2025. – 237 с.

У збірнику опубліковані результати доповідей XI Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Інтеграція фундаментальних та прикладних досліджень в географічній, екологічній та хімічній освіті», яка відбулася 21 листопада 2025 р. в Уманському державному педагогічному університеті імені Павла Тичини. Розглянуто основні проблеми інтеграції та взаємодії фундаментальних і прикладних досліджень в географічній, екологічній та хімічній освіті.

УДК 37:001.8(06)

Автори несуть відповідальність за достовірність поданої інформації.

© Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, 2025

ЗМІСТ

Безлатній О. О.
БАР'ЄРИ СТАНОВЛЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПЛАНУВАННЯ…… 8
Безлатня Л. О., **Чариєв Р.**
РЕГІОНАЛЬНИЙ КОМПОНЕНТ ГЕОГРАФІЧНОЇ ОСВІТИ: КУЛЬТУРНІ ЛАНДШАФТИ СЕРЕДНЬОГО ПОБУЖЖЯ У ШКІЛЬНІЙ ПРОГРАМІ…… 12
Браславська О. В., Люшняк Я. О.
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИВЧЕННЯ ГЕОГРАФІЇ В ЗЗСО: ВИКЛИКИ, ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ……. 15
Брикін Є. В., Мельничук І. В.
ГЛОБАЛЬНІ ДЕМОГРАФІЧНІ ЗСУВИ XXI СТОЛІТТЯ: НОВІ ЦЕНТРИ ЗРОСТАННЯ НАСЕЛЕННЯ ТА ГЕОПОЛІТИЧНІ НАСЛІДКИ……. 19
Брикін Є. В., Мельничук І. В.
ДЕМОГРАФІЧНІ ВИКЛИКИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ ВІДТВОРЕННЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ МІГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ……. 22
Брикін Є. В., Мельничук І. В.
ПРОСТОРОВІ ВІДМІННОСТІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ……. 26
Будченко І. Є.
ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ ТА ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПОВІТРЯНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ У КЛАСІ……... 30
Булеховець М. В.
СУТНІСТЬ І СИСТЕМА ОСНОВНИХ ХІМІЧНИХ ПОНЯТЬ……. 33
Васильєва А. В.
ВПЛИВ СИСТЕМ ХІМІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗАБУР'ЯНЕНОСТІ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ ВИСОКООЛІЙНИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ…… 36
Гайдаш І. І.
КОМПЕТЕНТНІСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ У ВИКЛАДАННІ БІОЛОГІЇ 7 КЛАСУ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ….. 38
Герасименко О. В., Лонюк М. В.
ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ШКОЛЯРІВ У КОНТЕКСТІ ГЕОГРАФІЧНОЇ ОСВІТИ НУШ…….. 42
Гончарук В. В., Гончарук Р. В.
ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ВЕЛИКИХ МІСТАХ ТА ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ…….. 46
Горбатюк М. Р.
СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З ХІМІЇ…….. 51

Душечкіна Н. Ю.
ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТА ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ДЕСНА…….. 54
Душечкіна Н. Ю., Козінський В. В.
ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ…….. 57
Душечкіна Н. Ю., Рибка А. Ю.
ЗАХИСТ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВІД ЗАБРУДНЕННЯ РАДІОАКТИВНИМИ ВІДХОДАМИ…… 60
Жила Я. В.
ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ, ФЕНОЛОГІЮ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТОМАТА СОРТУ ДЕ БАРАО ЧЕРВОНИЙ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ…… 64
Заболотна А. В., Васетинська О. В.
РОЛЬ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АГРОБІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У ФОРМУВАННІ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ЗЗСО ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «СПАДКОВІСТЬ І МІНЛИВІСТЬ»…….. 66
Заболотна А. В., Демченко Т. О.
ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ ФАКТОРИ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ…….. 69
Заболотна А. В., Куп'як С. Р.
ВПЛИВ ОРГАНІЧНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА КАЛІБРУВАННЯ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ОГІРКА……... 71
Задорожна О. М., Корчинська А. О.
НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ШОКОЛАДУ, БОРОШНЯНИХ ТА ЦУКРОВИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ…… 73
Задорожна О. М., Кузів С. А.
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ГІДРОКОЛОЇДІВ З ЖИРО- ТА ВОДОРОЗЧИННИМИ ВІТАМІНАМИ В ЗБАГАЧЕНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ…… 78
Задорожна О. М., Сорочан В. П.
ФОРМУВАННЯ СИСТЕМНИХ ЗНАНЬ З ХІМІЇ В УЧНІВ 10 КЛАСІВ…. 82
Катеринюк О. Ю., Юрченко О. М., Кормош Ж. О., Горбатюк Н. М.
НОВИЙ ХЕМОСЕНСОР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КУПРУМУ (II)……... 88
Кизим О. Г.
ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ МЕМБРАНИ ІОНОСЕЛЕКТИВНИХ ЕЛЕКТРОДІВ НА АНТИБІОТИКИ АМІНОГЛІКОЗИДНОГО РЯДУ…… 90
Кирилюк В. П., Рожі Т. А.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ…… 92

Кисельов Ю. О., Парахненко В. Г.
ІНТЕГРАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПРОЦЕС УПРАВЛІННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ ВАНТАЖНОЇ ЛОГІСТИКИ……... 95
Кормош Ж. О., Горбатюк Н. М, Загребельна Д. Ю., Бохан Ю. В. Кормош Н. М., Боркова С. Г.
ВИЗНАЧЕННЯ ТРИХЛОРФЕНОКСІОЦТОВОЇ КИСЛОТИ……... 99
Кормош Н. М.
МІКРОБІОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ПАРАМЕДИКІВ: ІНТЕГРАЦІЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ, ПРАКТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА ПРИНЦИПІВ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ…….. 104
Котішевська Ю. В.
СТАНОВЛЕННЯ КУРСУ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ ЯК НАУКИ…… 108
Кочубей О. В., Жук О. М.
ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНИХ ПОНЯТЬ ЗАСОБАМИ ОБРАЗНОГО ТА ПОНЯТІЙНОГО МИСЛЕННЯ…… 112
Кочубей О. В., Совгіра С. В.
ХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ…… 114
Красноштан І. В., Красноштан В. І., Сюзєва Л. В.
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНТЕГРАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕГЕТАЦІЙНОГО РОЗВИТУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО У ШКІЛЬНИЙ ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС……. 116
Люленко С. О., Небикова Т. А.
КОМПЕТЕНТНІСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПРОГРАМИ «БІОЛОГІЯ І ЕКОЛОГІЯ» (10–11 КЛАСИ) ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ БІОЛОГІЇ…….. 120
Люльченко Л. О.
ПЕРЕДУМОВИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ХІМІЇ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ПРОЄКТІВ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ……... 124
Ляховський Я. Г.
СОЦІАЛЬНО-КОМУНІКАТИВНА ВЗАЄМОДІЯ ВЧИТЕЛЯ ТА УЧНІВ В ЕКОЛОГІЧНИХ АКЦІЯХ…… 127
Максютов А. О., Батора Р. А.
ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНІ ОБ’ЄКТИ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ЇХ РОЛЬ У РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНОЇ СФЕРИ……... 130
Максютов А. О., Валюх А. М.
СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ НАСЕЛЕННЯ ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКОГО РЕГІОНУ……. 135
Максютов А. О., Керекеза М. Ю.
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ РЕКРЕАЦІЙНО-ТУРИСТИЧНОГО КОМЛЕКСУ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ……... 138

Катеринюк О. Ю., Юрченко О. М., Кормош Ж. О., Горбатюк Н. М.

НОВИЙ ХЕМОСЕНСОР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КУПРУМУ (II)

Йон Cu^{2+} є незамінним мікроелементом у живих організмах, бере участь у багатьох процесах життєдіяльності: сприяє синтезу гемоглобіну та розвитку еритроцитів, підтримує функціонування нервових волокон, бере участь у синтезі колагену та еластину, входить до складу деяких ферментів, що захищають клітини від пошкодження вільними радикалами. Дефіцит Купруму може призвести до серйозних порушень, включаючи анемію, дерматози, атрофію серцевого м'яза, остеопороз та неврологічні проблеми. Водночас, надмірна кількість йонів Cu^{2+} чинить токсичну дію, викликаючи ниркову недостатність, гастроентерит, лихоманку та судоми [1]. Тому надзвичайно необхідно контролювати вміст йонів Купруму. Метою нашої роботи було розробити та випробувати новий хемосенсор для визначення Купруму (II).

Для визначення йонів Купруму (II) нами запропоновано хемосенсор на основі похідного гідразиду флуоресцеїну з п-диметиламінобензальдегідом. Досліджено спектри збудження та люмінісценції утвореного комплексу реагенту з Купрумом, визначено оптимальну довжину хвилі збудження (λ = 488 нм) та максимуму люмінесценції (λ = 526 нм). Встановлено, що оптимальний аналітичний сигнал спостерігається при наступних параметрах стробування: протяжність – 4,5-5 мкс та затримка – 0,8-1,3 мкс.

Важливу роль на утворення комплексу відіграє вміст водорозчинного розчинника. В якості такого розчинника використовують ацетонітрил. Експериментально встановлено, що оптимальний вміст ацетонітрилу, при якому була стабільна інтенсивність люмінесценції комплексу (Cu-R) та реагенту (R) становить 10 % об.

Досліджена залежність інтенсивності аналітичного сигналу від кислотності середовища. Встановлено, що оптимальний аналітичний сигнал спостерігається при pH 8.

Готували ізомолярну серію розчинів з різним вмістом (0,1 - 0,9 мл) $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л розчину Купруму (II), додавали (0,9 - 0,1 мл) $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л реагенту (121М) відповідно, ацетонітрил і ацетатно-аміачний буфер з pH = 8 (рис. 1.).

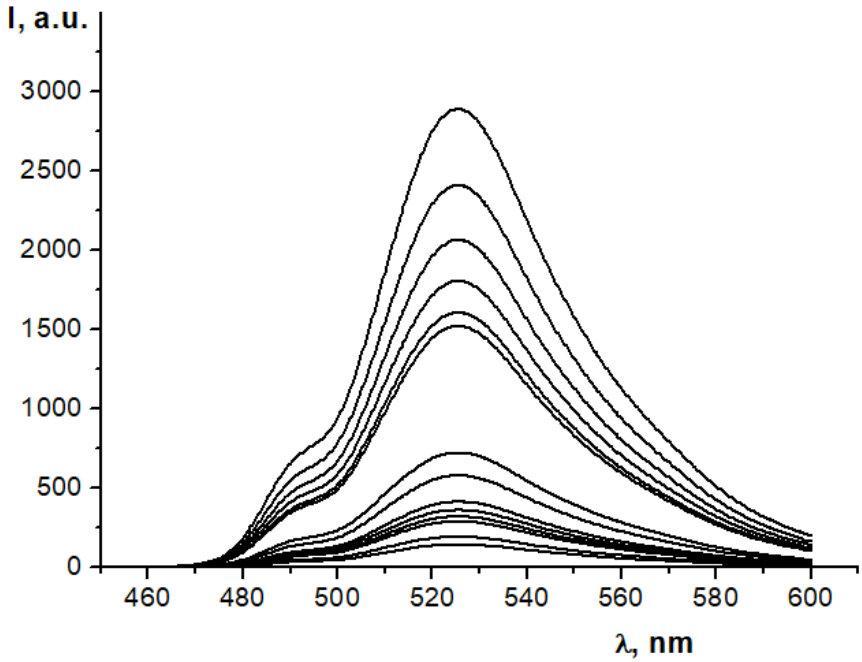


Рис. 1. Спектри інтенсивності люмінесценції залежно від вмісту Cu(II);
V_{opt} (АН) = 0,5 мл; pH = 8; 1 = 1 см.

Як видно, інтенсивність люмінесценції зростає пропорційно збільшенню вмісту іонів Cu(II) у системі. За даними досліджень розроблена та апробована методика визначення Cu(II). При визначенні Купруму в модельних розчинах із вмістом Cu(II) 12 мкг знайдено 12,2 ± 0,1 (мкг) Sr = 0,02. Статистичну обробку результатів проводили згідно [2].

Список використаних джерел

1. Yuhan Fu, Lirui Hou, Kai Han, Chong Zhao, Hongbo Hu, Shutao Yin, The physiological role of copper: Dietary sources, metabolic regulation, and safety concerns. *Clinical Nutrition*, 2025, 48, 161-179. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2025.03.023.

2. Базель Я.Р., Воронич О.Г., Кормош Ж.О. *Практичний курс аналітичної хімії (частина 1)*. Навч. посібн. – Луцьк: Ред.-вид. Відд. „Вежа” Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2004, 260 с.

Кизим О. Г.

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ МЕМБРАНИ ІОНОСЕЛЕКТИВНИХ ЕЛЕКТРОДІВ НА АНТИБІОТИКИ АМІНОГЛІКОЗИДНОГО РЯДУ

Аміноглікозиди є синтетичними антимікробними засобами, що за фармакологічними характеристиками близькі до антибіотиків (Аміноглікозиди. Код АТХ J01G B04). За хімічно структурою аміноглікозиди містять в молекулі аніноцукри, які з'єднані глікозидним зв'язком з аміноциклічним кільцем. Аміноглікозиди володіють широким спектром антибактеріальної дії і є інгібіторами незворотнього синтезу білка на рівні рибосом.

В медичний практиці для лікування бактеріальних інфекцій різного ступеню важкості застосовують гентаміцину та канаміцину сульфати, які відносяться до аміногликозидів I, II покоління. Канаміціна сульфат також застосовують для лікування туберкульозу. Однак їх тривале застосування або передозування призводить до побічних ефектів, таких як зниження гостроти слуху, ураження вестибулярного апарату, нефротоксичність. В деяких випадках виникають побічні ефекти :нудота, блювота та різні алергічні реакції (висип, свербіж, набряк Квінке, тощо).

Для визначення гентаміцину та канаміцину сульфатів використовують мікробіологічні, спектроскопічні та хроматографічні методи, турбідиметрію, поляриметрію. Ці методі не є специфічними, характеризуються трудомісткістю та тривалістю аналізу, а в деяких з них аналіз гентаміцину та канаміцину сульфатів проводять не по біологічно активній частині молекули.

Найбільш перспективним методом аналізу є потенціометричний метод, з використанням іонселективних електродів (іонометрія). Метод характеризується експресністю, простотою виконання, а також дозволяє проводити аналіз по біологічно активній частині молекули [1].

В літературі описані іоноселективні електроди (ІСЕ) на гентаміцин та канаміцін сульфати з пластифікованими мембранами на основі їх іонних асоціатів з тетрафенілбораторм натрію. [2] Проте запропоновані електроди

характеризуються вузьким діапазоном визначуваних концентрацій (1·10-3- 4·10-5 М) та низькою специфічністю мембрани (КпотА/В~1) у присутності органічних іонів, що ускладнює його аналіз у складних лікарських формах. Ймовірно, це обумовлено властивостями електродоактивної речовини мембрани вищезазначених електродів.

Проте в літературі є дані про використання як електродоактивної речовини асоціатів органічних катіонів з гетерополіаніонами структури Кеггина (XMe12On40 n-, де X(P,Si) Me(Mo(V); W(VI);V(V)). У зв'язку з цим представляє інтерес для мембран ІСЕ на гентаміцину та канаміцину сульфати використовувати електродноактивні речовини - асоціати вищевказаних аміноглікозидів з гетерополіаніонами структури Кеггина.

Для розробки ІСЕ нами були вивчені реакції гентаміцину та канаміцину сульфатів з різними гетерополікислотами: фосфорно-молібденовою, фофорно-вольфрамовою, кремній-молібденовою та кремній-вольфрамовою.

Для досліджень використовували субстанції: гентаміцина сульфату (ACROS ORGANICS CAS: 1405-41-0), канаміцина сульфату (ROTH:EG-Nr. 246-933-9) і гетерополікислоти: фосфорно-молібденову, фосфорно-вольфра-мову, кремній-молібденову та кремній-вольфрамову (ч.д.а.).

Для виконання реакцій гентаміцину та канаміцину з гетерополікислотами готували 0,1М водні розчини гентаміцину, канаміцину та вищевказаних гетерополікислот. Наступні розчини гентаміцину та канаміцину готували послідовним розведенням їх 0,1М розчинів до величини, при якій не спостерігалося аналітичного ефекту реакції.

При виконанні реакцій були отримані відповідні іонні асоціати гентаміцину та канаміцину сульфатів з вищевказаними гетерополікислотами. Ці асоціати є малорозчинними у воді сполуками жовтого або білого кольору. Нами були розраховані параметри чутливості реакцій: гранична концентрація (Clim) і граничне розведення (Vlim). Ці параметри знаходяться в межах: Clim = 10-4- 10-5 г/см3, Vlim = 103- 104 см3/г, і відповідають вимогам до осадових реакцій визначення Найбільш чутливою є реакція гентаміцину сульфату з кремній-

вольфрамовою кислотою: Clim = (3,2±0,1)•10-5 г/см3, Vlim = (3,1±0,2)•104 см3/г. Тому в якості електродноактивної речовини мембрани іон селективного електроду на гентаміцина сульфат нами був запропонований іонний асоціат гентаміцину з кремній - вольфрамовою кислотою. На канаміцина сульфат є найбільш чутливою реакція з фосфорно – молібденовою кислотою: Clim = (3,1±0,1)•10-5 г/см3, Vlim = (1,8±0,2)•104 см3/г. Тому в якості електродноактивної речовини мембрани іон селективного електроду на канаміцин сульфат нами був запропонований іонний асоціат канаміцина з фосфорно – молібденовою кислотою.

Таким чином з викладеного вище витікає, що в якості електродоактивних речовин для мембран іоноселективних електродів на гентаміцин та канаміцин можна використовувати іонні асоціати структури Кеггіна. Такі мембрани характеризуються специфічністю і їх використання дозволяє проводити іонометричний аналіз вищевказаних аміногликозидів по біологічно активній частині молекули.

Список використаних джерел

1. Державна Фармакопея України Т.1 - Х.: ДП «Український науковий фармакопейнийцентр якості лікарських засобів». 2015.- 1130 с.
2. Ткач В.І. Гетерополіаніони як аналітичні реагенти на азотовмісні органічні речовини: Монографія. Дніпропетровськ: Вид-во ДДУ, 1995. 196 с.

Кирилюк В. П., Рожі Т. А.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

В умовах активного розширення урбанізованих територій, що супроводжується глобальними змінами клімату та зростаючим антропогенним навантаженням на земельні ресурси, застосування дистанційного геодезичного моніторингу набуває особливого значення для забезпечення принципів сталого розвитку. Інтеграція сучасних геоінформаційних технологій, супутникових систем позиціонування та інноваційних аерокосмічних методів, включаючи безпілотні літальні апарати, дає змогу проводити детальний аналіз стану

земельних угідь. Дистанційний моніторинг відіграє ключову роль не лише у сфері екологічного контролю земельних територій, а й у стимулюванні сталого економічного розвитку, оскільки його впровадження дозволяє оперативно виявляти зміни у земельному покриві, аналізувати ерозійні процеси, виявляти незаконне землекористування, контролювати масштаби урбанізації та запобігати виникненню екологічних загроз. Особливого значення ця технологія набуває для України, де значна частина земельного фонду перебуває під впливом як природних, так і техногенних чинників, що зумовлює необхідність розроблення та впровадження ефективних механізмів моніторингу для підтримання екологічної рівноваги та підвищення ефективності управління земельними ресурсами [1].

Сучасний дистанційний геодезичний моніторинг земельних ресурсів та зелених насаджень, і відіграє провідну роль у своєчасному виявленні змін у природному середовищі, які відбуваються протягом певного періоду. Використання автоматизованих систем дозволяє значно підвищити ефективність обробки інформації про земельні ресурси, забезпечуючи високу точність оцінювання їхнього стану. Удосконалення методів моніторингу передбачає впровадження новітніх цифрових технологій, серед яких важливе місце займають геоінформаційні системи (ГІС), комп’ютерні технології автоматизованого проєктування (САПР), а також використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для збору просторових даних [6].

Значний розвиток сучасних інформаційних технологій, а також прогрес у сфері обробки, зберігання та аналізу просторових даних, сприяє суттєвому розширенню можливостей ГІС у забезпеченні моніторингу земельних ресурсів. Використання програмних продуктів, таких як ArcView GIS, MapInfo GIS, Panorama GIS, дозволяє проводити детальний аналіз матеріалів дистанційного зондування, що включає підвищення точності розпізнавання об’єктів на етапі обробки знімків, покращення достовірності цифрових моделей територій та забезпечення якісної інтерпретації просторової інформації. Ми можемо виокремити основні етапи створення геоінформаційної системи (ГІС)

дистанційного геодезичного моніторингу для оцінки стану земельних ресурсів [3].

Одними з найбільш поширених і ефективних методів дистанційного зондування, що застосовуються у сфері моніторингу земельних ресурсів, є технології збору даних за допомогою супутникового знімання та безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Використання БПЛА у процесі аерофотознімання та аналізу стану ґрунтів набуло широкого розповсюдження завдяки високій точності отримуваних даних, оперативності їхнього збору, економічній доцільності та доступності цієї технології у порівнянні з традиційними методами наземного моніторингу. БПЛА обладнані сучасними камерами з високою роздільною здатністю, мульти- та гіперспектральними сенсорами, лазерними сканерами (лідари), а також системами глобального позиціонування (GPS), що дає змогу проводити детальний аналіз територій із високою точністю та швидкістю [5].

Отже, використання БПЛА та супутникових технологій є одним із ключових напрямів підвищення ефективності управління земельними ресурсами та забезпечення екологічної безпеки територій. Поєднання дистанційного зондування та ГІС дає змогу створювати потужні аналітичні системи для оперативного контролю стану земельного фонду. Інноваційні методи моніторингу дозволяють не лише фіксувати зміни, а й прогнозувати розвиток негативних процесів, що сприяє реалізації принципів сталого розвитку. Впровадження таких технологій в Україні є стратегічно важливим кроком для ефективного землекористування та збереження природного потенціалу.

Список використаних джерел

1. Браславська, О., Нестеренко, С., & Герасимчук, О. (2025). Дистанційний геодезичний моніторинг: ключовий інструмент сталого управління земельними ресурсами. *Містобудування та територіальне планування*, (89), 488–502. https://doi.org/10.32347/2076-815x.2025.89.488-502

2. Боровий В. О., Браславська О. В., Рожі Т. А. Супутникове та БПЛА-знімання як інструменти моніторингу земельних ресурсів: сучасні технології та їх застосування в Україні. *Технічні науки та технології*: науковий журнал/ Національний університет «Чернігівська політехніка». Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2025. № 1(39) С. 315–327. DOI: https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-1(39)-315-327

3. Македон В. В., Байлова О. О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3

4. Шевчук С.М., Домашенко Г.Т., Рожі Т.А. Сучасні методи геодезичного картографування територій: використання GPS та ГНСС технологій. *Просторовий розвиток,* Вип. 8, 2024. С. 506–517. http://spd.knuba.edu.ua/article/view/315889

5. Kudaibergenov O. Analysis of the Use of Satellite Data and Drones for Land Monitoring in Kazakhstan. *Preprints.* 2024. DOI: 10.20944/preprints202410.1229.v1.

6. Semeniuk M., Fedoniuk M., Vovk O., Fedoniuk V., Merlenko I. Assessment land use dynamics in the border areas of Ukraine and Poland: a case study of Ratne Territorial Community and Lenchna County. GeoTerrace-2023. 2023. №87. pp. 1–6. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002

Кисельов Ю. О., Парахненко В. Г.

ІНТЕГРАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПРОЦЕС УПРАВЛІННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ ВАНТАЖНОЇ ЛОГІСТИКИ

У сучасних умовах стрімкого розвитку логістики та зростаючих вимог до оперативності, точності й економічності транспортних операцій інтеграція геоінформаційних систем (ГІС) у процеси управління та планування вантажної логістики набуває особливої актуальності. ГІС-технології забезпечують комплексний інструментарій для просторового аналізу, моделювання транспортних потоків, оптимізації маршрутів та прогнозування логістичних ризиків, що істотно підвищує ефективність прийняття управлінських рішень. В умовах динамічного ринкового середовища, нерівномірного розвитку транспортної інфраструктури, збільшення обсягів вантажоперевезень та посилення конкуренції саме застосування просторово-аналітичних рішень дозволяє досягти стійкості та адаптивності логістичних систем.

Впровадження ГІС у сферу логістики дає можливість будувати оптимальні транспортні маршрути з урахуванням стану доріг, завантаженості магістралей, сезонних змін, обмежень руху та інших критичних параметрів. Інструменти геоінформаційного аналізу дозволяють здійснювати моніторинг транспортних засобів у реальному часі, оцінювати ефективність логістичних операцій, виявляти вузькі місця та мінімізувати непродуктивні витрати. Також ГІС сприяють покращенню логістичного планування завдяки можливостям

моделювання розвитку логістичних мереж, розрахунку зон обслуговування складів, визначення оптимальних локацій для логістичних хабів і центрів перерозподілу вантажів.

Особливу роль відіграє інтеграція ГІС із сучасними інформаційно-комунікаційними платформами, такими як системи GPS/GLONASS, транспортно-логістичні доменні системи, автоматизовані системи диспетчеризації, а також технології Big Data та IoT. Така синергія дає змогу формувати комплексні інформаційні середовища, у яких усі елементи логістичного процесу – від відправника до кінцевого отримувача – взаємодіють у режимі реального часу, що забезпечує точне прогнозування строків доставки та підвищення загальної якості сервісу [1].

Крім того, інтеграція ГІС у вантажну логістику сприяє екологізації транспортних процесів. Скорочення зайвих кілометрів пробігу, зменшення кількості порожніх рейсів, оптимізація вантажопотоків та вибір найменш загружених ділянок дороги дозволяють знизити викиди шкідливих речовин та покращити стійкість транспортних систем до зовнішніх впливів.

Таким чином, ГІС-технології виступають ключовим елементом сучасної логістичної інфраструктури, забезпечуючи комплексний підхід до управління вантажними перевезеннями. Їх інтеграція дозволяє підвищити точність планування, мінімізувати витрати, забезпечити найвищу якість логістичного сервісу та створити конкурентні переваги на ринку. Проведене дослідження присвячене аналізу інструментів, методів та підходів до впровадження ГІС у вантажну логістику, а також оцінці перспектив подальшого розвитку просторово-аналітичних технологій у цій сфері.

Проаналізувати можливості та ефективність інтеграції геоінформаційних систем у процес управління та планування вантажної логістики, визначити їх вплив на оптимізацію транспортних операцій і підвищення якості логістичних рішень [2].

Методи, моделі та інструменти інтеграції геоінформаційних систем у планування та управління вантажними перевезеннями.

Сучасні логістичні системи стикаються з низкою викликів, таких як нерівномірне завантаження транспортної інфраструктури, високий рівень витрат на перевезення, затримки у доставці, недостатня точність планування маршрутів та обмеженість оперативних даних. Традиційні підходи до управління логістичними процесами не забезпечують необхідної гнучкості й аналітичної глибини. Тому виникає потреба у впровадженні інноваційних просторово-аналітичних технологій – зокрема ГІС, які дозволяють удосконалити логістичне планування, посилити контроль над вантажопотоками та забезпечити стратегічну і оперативну оптимізацію транспортних процесів.

Сучасна вантажна логістика функціонує в умовах високої мінливості ринкових процесів, зростаючих вимог до швидкості доставки, точності планування та мінімізації витрат. Це обумовлює потребу у використанні технологічних інструментів, що забезпечують оперативний аналіз великих обсягів просторових даних та підтримку ефективного прийняття рішень. Серед таких інструментів ключове місце займають геоінформаційні системи (ГІС), що дозволяють моделювати, оптимізувати та контролювати логістичні операції на всіх етапах транспортного процесу [3].

ГІС є багатофункціональною платформою, що об’єднує просторові та атрибутивні дані для їхнього комплексного аналізу. У сфері вантажної логістики вони забезпечують можливість створення детальних цифрових карт транспортної інфраструктури, аналізу її пропускної здатності, визначення оптимальних шляхів перевезення та прогнозування логістичних ризиків. ГІС-платформи дозволяють оперативно оновлювати дані про стан дорожніх покриттів, ремонтні роботи, погодні умови, дорожні обмеження чи аварії, що робить їх незамінними у динамічному середовищі транспортних операцій.

Такі системи також дають змогу аналізувати вантажопотоки, виявляти диспропорції між попитом і пропускною здатністю окремих ділянок маршрутів, а також формувати транспортні коридори з оптимальним навантаженням. У комплексі це сприяє зменшенню витрат пального, часу доставки, кількості порожніх рейсів та підвищенню ефективності управління автопарком.

Інтеграція геоінформаційних систем у процес управління та планування вантажної логістики є ключовим напрямом підвищення ефективності сучасних транспортно-логістичних процесів. Розвиток цифрових технологій, зростання обсягів вантажоперевезень та ускладнення логістичних операцій зумовлюють необхідність застосування інструментів, здатних забезпечити глибокий просторовий аналіз, оперативне реагування на зміни та стратегічне планування логістичної інфраструктури. ГІС-технології повною мірою відповідають цим вимогам, забезпечуючи комплексний підхід до організації та контролю вантажопотоків.

Завдяки можливостям ГІС у сфері моніторингу транспортних засобів, моделювання маршрутів, оптимізації логістичних операцій та прогнозування ризиків підприємства отримують реальні інструменти для зниження витрат, скорочення часу доставки та підвищення якості обслуговування клієнтів. Інтеграція ГІС з телематичними системами, IoT та платформами даних відкриває доступ до оперативної та достовірної інформації, що дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення у реальному часі.

Крім оперативних переваг, ГІС відіграють суттєву роль у стратегічному розвитку логістичних систем. З їх допомогою можливо оцінювати пропускну здатність транспортної мережі, визначати перспективні місця розміщення логістичних центрів, аналізувати територіальну доступність та моделювати різні сценарії розвитку транспортної інфраструктури. Це сприяє підвищенню ефективності логістичного планування та раціональному використанню ресурсів [4].

Отже, геоінформаційні системи є необхідною складовою сучасної вантажної логістики, що забезпечує її конкурентоспроможність, стійкість та інноваційність. Впровадження ГІС у логістичні процеси дозволяє створити адаптивні системи доставки, забезпечити точність і прозорість операцій, підвищити екологічну ефективність та забезпечити комплексну оптимізацію логістичних потоків. Таким чином, застосування ГІС виступає не лише технологічним удосконаленням, а й стратегічною необхідністю для підприємств,

що прагнуть до сталого розвитку й успішного функціонування в умовах сучасного ринку.

Список використаних джерел

1. Бойко, В. В., Гусарова Н. В. (2021). Використання геоінформаційних систем у логістичних процесах та управлінні транспортними потоками. Вісник Національного транспортного університету, 1(51), 45–52.
2. Мельник, Л. Г., Рачинська, Г. М. (2020). Геоінформаційні технології як інструмент оптимізації вантажних перевезень в Україні. Транспортні системи та технології перевезень, 17, 112–120.
3. Шкіль, О. М., Войтович, І. В. (2022). Застосування ГІС-технологій у плануванні транспортної інфраструктури та управлінні логістичними процесами. Сучасні проблеми транспорту та логістики, 38, 72–80.
4. Старовойт, О. М., Гуменюк, В. В. (2019). Геоінформаційні системи в управлінні регіональними транспортними мережами. У зб.: Розвиток транспортної інфраструктури України: проблеми та перспективи, 5, 56–63. Київ: КНУБА.

Кормош Ж. О., Горбатюк Н. М., Загребельна Д. Ю., Бохан Ю. В., Кормош Н. М., Боркова С. Г.

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИХЛОРФЕНОКСІОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

Низка недавніх досліджень продемонструвала наявність залишків пестицидів у різних харчових продуктах [1–3], а також у підземних і поверхневих водах [4, 5]. Токсичність цих органічних забруднювачів зумовлена їхньою стійкою молекулярною структурою, яка перешкоджає природній деградації, або тим, що вони можуть розпадатися на ще небезпечніші та канцерогенні побічні сполуки [6]. У світі використовують кілька сотень пестицидних препаратів та тисячі активних компонентів для захисту сільськогосподарських культур і підвищення їх врожайності [7]. Загальний об’єм забруднених ґрунтів та опадів сягає приблизно 700000 м³. Основними складниками гербіцидних забруднень є 2,4-дихлорфеноксіоцтова кислота, 2,4,5-трихлорфеноксіоцтова кислота (2,4,5-Т) і діоксин. Ці речовини часто становлять загрозу для людини та довкілля навіть у дуже малих концентраціях.

З огляду на широке застосування 2,4,5-Т та залежність його дії від дози, актуальним завданням є створення нових методів його визначення. Для аналізу гербіцидів класу феноксикислот запропоновано низку аналітичних підходів,

зокрема газову хроматографію (ГХ) [8–12], капілярний електрофорез [13] тощо. Однак основним недоліком цих методів є складна пробопідготовка та потреба у використанні дорогого й складного обладнання.

Монографія [14], присвячена аналізу органічних екотоксикантів у водних системах, підкреслює важливість визначення токсичних сполук у різних формах їх знаходження — у складі завислих частинок (як грубої, так і дрібнодисперсної фракцій) і в розчиненому стані. Не менш важливою є й оцінка донних відкладень для встановлення вмісту екотоксикантів.

У дослідженні [15] проаналізовано дисперсно-фазовий розподіл різних хлорорганічних пестицидів, поліхлорованих біфенілів і поліциклічних вуглеводнів. Проте подібних даних щодо 2,4,5-Т наразі немає, хоча потреба у визначенні його різних форм залишається актуальною.

Відомо, що йонні асоціати на основі основних барвників є ефективними аналітичними формами для визначення багатьох біологічно активних і токсичних речовин [16]. Тому метою нашої роботи є розроблення нової високочутливої методики екстракційно-фотометричного визначення 2,4,5-Т із використанням 5-SCN-астрафлоксину (5-SCN-АФ).

2,4,5-Т є кислотою середньої сили (pK = 2,56). Залежно від кислотності розчину 5-SCN-АФ може існувати у трьох формах: однозарядній іонній (R^+), протонованій (RH_2^+) та «гідролізованій» (ROH). Константи протолізу 5-SCN-АФ становлять: $pK_1 = –2,74$ (для процесу протонування) та $pK_2 = 11,6$ (для процесу гідролізу) [17]. У широкому діапазоні pH у водних розчинах барвник переважно перебуває в однозарядній іонній формі, якій властиве інтенсивне забарвлення: молярний коефіцієнт поглинання при 551 нм дорівнює $1,51 \cdot 10^5$.

Спектри поглинання протонованої та гідролізованої форм 5-SCN-АФ зміщені в короткохвильову область і мають значно нижчу інтенсивність. Значення констант протолізу дають можливість побудувати діаграми розподілу форм барвника та передбачити інтервал pH, у якому ймовірним є утворення іонного асоціату 2,4,5-Т з 5-SCN-АФ.

Експериментальні дані щодо впливу pH водної фази на екстракцію толуолом іонного асоціату 2,4,5-Т з 5-SCN-АФ наведені на рис. 1. Максимальна екстракція ІА спостерігається в інтервалі pH 4,5–12.

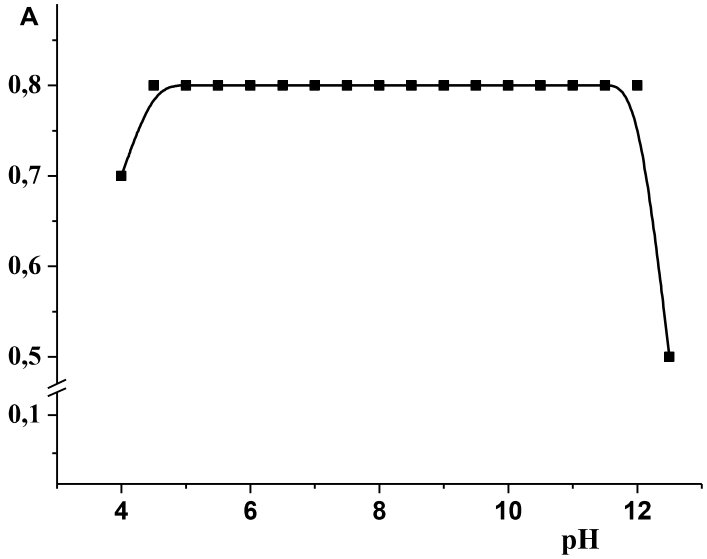


Рис. 1. Вплив pH розчину на утворення та екстракцію толуолом іонного асоціату. Концентрації: $4 \cdot 10^{-5}$ М 2,4,5-Т, $2 \cdot 10^{-4}$ М 5-SCN-АФ.

Було досліджено, як концентрація барвника впливає на оптичну густину толуольних екстрактів іонних асоціатів 2,4,5-Т з 5-SCN-АФ. Максимальна екстракція 2,4,5-Т спостерігається при концентрації 5-SCN-АФ у межах $(1,6–3,0) \cdot 10^{-4}$ М; подальше збільшення концентрації барвника не призводить до зростання оптичної густини, оскільки його надлишок залишається у водній фазі. Рівновага екстракції встановлюється протягом 50–60 с.

Стехіометрію ІА 2,4,5-Т–5-SCN-АФ визначали спектрофотометричними методами ізомолярних серій та зсуву рівноваги; співвідношення компонентів становить 1:1.

На стабільність аналітичного сигналу не впливають 100–500-кратні надлишки хлорид-, сульфат-, фосфат-, нітрат-, ацетат-, оксалат-, цитрат-іонів, а також гумінових і фульвокислот. У присутності 20–50-кратних концентрацій аніонних ПАР перед визначенням 2,4,5-Т необхідно попередньо провести його екстракцію з розчину кислотністю 1 моль/дм³ (за H_2SO_4) толуолом, а потім здійснити реекстракцію при pH 10.

Градуювальний графік виконується у концентраційному діапазоні 1,5–58,07 мкг/см³. Межа виявлення, розрахована за 3s-критерієм (n = 5, P = 0,95), становить 1,02 мкг/см³. Оцінку внутрішньолабораторної розбіжності градуювального графіка здійснювали за критерієм Кохрена (G) [18]. Розраховане значення ($G_{розр}$ = 0,25 при n = 5, P = 0,95) є меншим за табличне ($G_{табл}$ = 0,64), що свідчить про однорідність дисперсії.

На основі отриманих результатів розроблено метод екстракційно-фотометричного визначення 2,4,5-трихлорфеноксіоцтової кислоти, який застосовано для аналізу модельних сумішей, природних вод та донних відкладень.

Розроблено нову методику екстракційно-фотометричного визначення 2,4,5-трихлорфеноксіоцтової кислоти в модельних розчинах річкових і мінеральних вод, а також у донних відкладеннях. Вона є простою у виконанні, не потребує складного обладнання та характеризується високою точністю й надійністю. Вперше для визначення 2,4,5-Т запропоновано використання нової аналітичної форми — 2,4,5-трихлорфеноксіацетату 5-SCN-АФ. Максимальне вилучення іонного асоціату з водної фази спостерігається за pH 4,5–12,0 та за концентрації барвника $(1,5–3,0)\cdot10^{-4}$ М. Умовний молярний коефіцієнт поглинання становить $1,2\cdot10^{5}$, а межа виявлення 2,4,5-Т — 1,02 мкг/см³.

Розроблена методика успішно застосовується для визначення 2,4,5-трихлорфеноксіоцтової кислоти у водних зразках і донних відкладеннях.

Список використаних джерел

1. Akdemir Evrendilek, G., Keskin, E., Golge, O., Interaction and multi-objective effects of multiple nonthermal treatments of sour cherry juice: pesticide removal, microbial inactivation, and quality preservation, *J. Sci. Food Agric*., 2020, vol. 100, pp. 1653–1661. https://doi.org/10.1002/jsfa.10178.

2. Rodrigues, T.F., Bender, F.R., Sanzovo, A.W.S., Ferreira, E., Nogueira, M.A., Hungria, M., Impact of pesticides in properties of *Bradyrhizobium spp*. and in the symbiotic performance with soybean, *World J. Microbiol. Biotechnol.,* 2020, vol. 36, pp. 1–16. https://doi.org/10.1007/s11274-020-02949-5.

3. Mir, S.A., Dar, B.N., Mir, M.M., Sofi, S.A., Shah, M.A., Sidiq, T., Sunooj, K.V., Hamdani, A.M., Khaneghah, A.M., Current strategies for the reduction of pesticide residues in food products, *J. Food Compos. Anal.,* 2022, vol. 106, 104274. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104274.

4. Nowell, L.H., Moran, P.W., Bexfield, L.M., Mahler, B.J., Van Metre, P.C., Bradley, P.M., Qi, S.L., Is there an urban pesticide signature? Urban streams in five US regions share common

dissolved-phase pesticides but differ in predicted aquatic toxicity, *Sci. Total Environ.,* 2021, vol. 793, 148453. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148453.

5. Janney, P., Jenkins, J., Passive sampling and ecohydrologic modeling to investigate pesticide surface water loading in the Zollner Creek watershed, Oregon, USA, *Sci. Total Environ*., 2022, vol. 819, 152955. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152955.

6. Jatoi, A.S., Hashmi, Z., Adriyani, R., Yuniarto, A., Mazari, S.A., Akhter, F., Mubarak, N.M., Recent trends and future challenges of pesticide removal techniques – A comprehensive review, *J. Environ. Chem. Eng.,* 2021, vol. 9, 105571. https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105571.

7. Wilson, C., Tisdell, C., Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs, *Ecol. Econ.,* 2001, vol. 39, pp. 449–462. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00238-5.

8. Purkayastha, R., Simultaneous determination of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid, and 2-methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid in soil and water by gas chromatography with electron capture detector., *J. Agr. Food Chem*., 1974, vol. 22, pp. 453–458. https://doi.org/10.1021/jf60193a028.

9. Munro, H.E., Determination of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid in tomato plants and other commercial crops by microcoulometric gas chromatography, *Pestic. Sci.,* 1972, vol. 3, pp. 371–377. https://doi.org/10.1002/ps.2780030403.

10. Bradley, J.K., Thompson, W.K., Determination of 2,4-dichlorophenoxyaceticacid and 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid in lawn fertilisers, *J. Sci. Food. Agric.,* 1964, vol. 15, pp. 673–677. https://doi.org/10.1002/jsfa.2740151003.

11. Shafik, M.T., Sullivan, H.C., Enos, H.F., A method for determination of low levels of exposure to 2,4-D and 2,4,5-T., *Intern. J. Environ. Analyt. Chem.,* 1971, vol. 1, pp. 23–33. DOI: 10.1080/03067317108076364.

12. Li, N.Q., Lee, H.K., Tandem-cartridge solid-phase extraction followed by GC/MS analysis for measuring partition coefficients of association of polycyclic aromatic hydrocarbons to humic acid, *Anal. Chem*., 2000, vol. 72, pp. 5272–5279. doi: 10.1021/ac000663z.

13. Qin, W., Wei, H., Li, S.F., Determination of acidic herbicides in surface water by solid-phase extraction followed by capillary zone electrophoresis, *J. Chromatogr. Sci.,* 2002, vol. 40, pp. 387–391. doi: 10.1093/chromsci/40.7.387.

14. Milyukin, M.V, Goncharuk, V.V., *Khimicheskiy monitoring organicheskikh ekotoksikantov v vodnykh sistemakh (Chemical monitoring of organic ecotoxicants in water systems)*, Kyiv: Naukova dumka, 2016, 312 p.

15. Milyukin, M.V., Gorban, M.V., Skrynnyk, M.M., Monitoring and distribution of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polycyclic aromatic hydrocarbons in surface river water and suspended particulate matter, *Methods Objects Chem. Anal.,* 2019, vol. 14. pp. 117–129. https://doi.org/10.17721/moca.2019.117-129.

16. Antal, I., Kormosh, Zh., Kotsan, I., Kormosh, N., Savchuk, T., Korolchuk, S., Yurchenko, O., Golub, S., Suprunovich, S., Panchenko, Yu., Tkach, V., Selective extraction-photometric determination of non-steroidal anti-inflammatory drugs, *Pharm. Chem. J.,* 2021, vol. 55, pp. 516–523. DOI 10.1007/s11094-021-02450-9.

17. Bazel, Ya., Kormosh, Zh., Tolmachev, A., State of polymethine (styryl and carbocyanine) indolium derivatives in aqueous solution and their analytical properties, *J. Analyt. Chem.,* 2002, vol. 57, pp. 118–124. https://doi.org/10.1023/A:1014091218429.

18. Kormosh, Z., Basel, Y., Tolmachov, A. The state and chemical-analytical properties of certain polymethine dyes in aqueous solutions, *Acta Chim. Slov.,* 2002, vol. 49, pp. 795−804. http://acta-arhiv.chem-soc.si/49/49-4-795.pdf.

19. Базель, Я.Р., Воронич, О.Г., Кормош. Ж.О. *Практичний курс аналітичної хімії (частина 1)*. Навч. посібн. – Луцьк: Ред.-вид. Відд. „Вежа” Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2004, 260 с.

Кормош Н. М.

МІКРОБІОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ПАРАМЕДИКІВ: ІНТЕГРАЦІЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ, ПРАКТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА ПРИНЦИПІВ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Стрімкий розвиток медичної науки та модернізація клінічної практики в умовах зростання епідеміологічних, техногенних і соціальних ризиків зумовлюють потребу у формуванні висококомпетентних фахівців екстреної медицини, здатних забезпечувати якісну, доказову та безпечну допомогу на догоспітальному етапі. Сучасні умови роботи парамедика, пов'язані з частим контактом із біологічними рідинами, високою ймовірністю інфекційної небезпеки та необхідністю оперативного прийняття рішень, потребують ґрунтовної наукової бази, серед якої освітній компонент «Мікробіологія» посідає ключове місце. У межах освітньо-професійної програми «Екстрена медицина/парамедик» Комунального закладу вищої освіти «Волинський медичний інститут» Волинської обласної ради цей освітній компонент забезпечує інтегроване формування професійних знань і практичних навичок, необхідних для інфекційної безпеки, правильного поводження з біологічними матеріалами та підтримання протиепідемічного режиму під час надання невідкладної допомоги.

Порівняльний аналіз освітньо-професійної програми «Екстрена медицина/парамедик» Комунального закладу вищої освіти «Волинський медичний інститут» Волинської обласної ради із міжнародними програмами підготовки парамедиків (США, Великої Британії, країн ЄС) показує, що глобальні підходи також орієнтовані на інтеграцію фундаментальних знань мікробіології з клінічною практикою, симуляційними тренінгами високого рівня та цифровими платформами для відпрацювання сценаріїв догоспітальної допомоги. У міжнародних програмах акцент робиться на формування комплексних навичок оцінки інфекційних ризиків, координації міжвідомчої взаємодії та оперативного прийняття рішень у середовищі з високою біологічною небезпекою. Українська програма, водночас, надає глибоку

фундаментальну підготовку з мікробіології, поєднуючи теоретичний зміст із практико-орієнтованими методами навчання - симуляційними тренінгами, кейс-методами, рольовими іграми та віртуальними лабораторіями, що дозволяє здобувачам ефективно застосовувати знання у реальних умовах екстреної медицини. Таким чином, змістовна частина освітнього компоненту забезпечує формування як науково обґрунтованого підходу до оцінки інфекційних загроз, так і практичних навичок інфекційного контролю, що є критично важливими для професійної діяльності парамедика. Зміст освітнього компоненту «Мікробіологія» спрямований на формування професійних компетентностей, без яких неможливе якісне виконання парамедиком своїх обов'язків. Це чітко демонструє таблиця 1.

Ці компетентності формуються через поєднання теоретичних засад мікробіології, симуляційних тренінгів, рольових моделей, ситуаційних задач та практичних навичок, що дозволяють студентам не лише розуміти механізми інфекційних процесів, але й застосовувати їх для забезпечення безпеки під час реальних викликів. Особливу увагу приділено роботі з біологічним матеріалом, використанню засобів індивідуального захисту, оцінці інфекційної небезпеки та алгоритмам реагування у випадку аварійних ситуацій, таких як випадковий укол голкою або контакт із потенційно зараженими рідинами. Особливу увагу під час опанування освітнього компоненту приділено сучасним методам навчання, які забезпечують високу ефективність формування професійних умінь і готовність студентів до роботи у реальних умовах екстреної медицини.

У навчальному процесі активно застосовуються симуляційні технології з відпрацюванням алгоритмів інфекційної безпеки, проблемно-орієнтоване та кейс-метод навчання, що дозволяє моделювати клінічні ситуації різного рівня складності. Використання елементів практико-орієнтованого підходу – тренінги з роботи з біологічним матеріалом, моделювання надзвичайних ситуацій, рольові сценарії взаємодії з іншими екстреними службами – сприяє розвитку критичного мислення, уміння приймати рішення в умовах дефіциту часу та ресурсів. Додатково впроваджуються мультимедійні та інтерактивні засоби, зокрема

віртуальні лабораторії та цифрові модулі для самостійного опрацювання мікробіологічних процесів, що підсилює індивідуалізацію освітньої траєкторії та забезпечує стійке, глибоке засвоєння навчального матеріалу.

Таблиця 1

Формування фахових компетентностей парамедика засобами освітнього компоненту «Мікробіологія»

Фахові компетентності (ФК)	Зв'язок із професійною діяльністю парамедика + приклади завдань
ФК1. Здатність передавати структуровану інформацію про стан пацієнта під час надання допомоги та транспортування.	Значення для практики: правильна й своєчасна передача даних зменшує ризик інфекційних ускладнень та забезпечує безперервність догоспітальної допомоги. Приклади завдань: – Сформувати усний рапорт про пацієнта з підозрою на інфекційне захворювання; – Описати ознаки можливого інфекційного ризику для персоналу.
ФК2. Здатність зберігати недоторканість місця події та взаємодіяти з іншими екстреними службами.	Значення для практики: робота зі змішаними біологічними й кримінальними ризиками потребує знань про інфекційні агенти й безпечну поведінку. Приклади завдань: – Визначити зони потенційного біологічного забруднення; – Розробити алгоритм дій для мінімізації контамінації доказів.
ФК3. Здатність коректно оформляти медичну облікову документацію служби ЕМД.	Значення для практики: документування забезпечує простежуваність дій та епідеміологічний моніторинг. Приклади завдань: – Заповнити супровідну форму на біоматеріал; – Скласти звіт про контакт із пацієнтом високого інфекційного ризику.
ФК4. Здатність застосовувати знання про патогенні мікроорганізми та інфекційні ризики.	Значення для практики: дозволяє уникати інфікування персоналу й пацієнтів. Приклади завдань: – Провести оцінку інфекційних загроз на місці події; – Визначити необхідні ЗІЗ залежно від типу інфекції.
ФК5. Володіння методами дезінфекції, стерилізації та антисептики.	Значення для практики: знижує частоту внутрішньолікарняних інфекцій. Приклади завдань: – Вибрати адекватний метод дезінфекції після роботи з кров'ю; – Скласти чек-лист обробки автомобіля ЕМД після контакту з інфікованим пацієнтом.
ФК6. Уміння правильно здійснювати забір, маркування та транспортування біологічного матеріалу.	Значення для практики: помилки призводять до хибних результатів і ризиків зараження. Приклади завдань: – Виконати забір матеріалу за правилами асептики; – Оцінити типові помилки транспортування.
ФК7. Дотримання техніки безпеки та протиепідемічного режиму.	Значення для практики: парамедик задає рівень інфекційної безпеки на всьому маршруті пацієнта. Приклади завдань: – Скласти алгоритм дій при уколі голкою; – Визначити заходи при роботі з пацієнтом із підозрою на інфекцію високого рівня небезпеки.

Важливою складовою вивчення дисципліни є формування культури академічної доброчесності. Аналіз реальних прикладів, щорічний моніторинг типових порушень та системна корекція навчальної траєкторії сприяють розвитку відповідальності студентів за достовірність отриманих результатів і професійну етику. Це відображено в таблиці 2.

Таблиця 2

Практичне дослідження академічної доброчесності студентів у межах вивчення освітнього компоненту «Мікробіологія»

Елемент дослідження	Мета	Приклади активностей / аналізу
Виконання лабораторних робіт	Виявлення порушень академічної доброчесності та формування навичок самостійної роботи	Аналіз оформлення звітів, правильність посилань, унікальність результатів
Індивідуальні завдання та контрольні	Перевірка усвідомлення правил цитування та уникнення плагіату	Оцінка самостійності виконання, відповідність методичним вимогам
Інтерпретація результатів практичних досліджень	Розвиток відповідальності за достовірність наукових даних	Виявлення типових помилок, підготовка рекомендацій щодо покращення процесу навчання

Інтеграція таких елементів у навчальний процес дозволяє не лише удосконалити освітню траєкторію, але й формує у студентів розуміння важливості сумлінності, точності, наукової етики та самостійності — характеристик, які є фундаментальними для професії парамедика, особливо у сферах, пов’язаних із біобезпекою та відповідальним поводженням із лабораторними даними.

Таким чином, освітній компонент «Мікробіологія» в межах освітньо-професійної програми «Екстрена медицина/парамедик» виступає важливим аспектом підготовки парамедиків, забезпечуючи формування як інтелектуальних, так і практичних компетентностей. Вона сприяє становленню професійної ідентичності, розвитку клінічного мислення, здатності діяти в умовах невизначеності та відповідально приймати рішення, що мають критичне значення для життя пацієнта. Поєднання теоретичних знань, практичних навичок

і ціннісних орієнтацій створює міцну основу для ефективної та безпечної роботи парамедиків відповідно до сучасних міжнародних стандартів екстреної медичної допомоги.

Котішевська Ю. В.

СТАНОВЛЕННЯ КУРСУ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ ЯК НАУКИ

Аналітична хімія посідає особливе місце в системі хімічних дисциплін, оскільки саме вона забезпечує засоби одержання достовірної інформації про склад, структуру та властивості речовини. У сучасних умовах її важко розглядати лише як «допоміжний» інструмент для інших галузей хімії: фактично вона перетворилася на міждисциплінарну науку, що обслуговує матеріалознавство, фармацевтику, біохімію, екологію, медицину, судову експертизу та промисловий контроль якості. Такий сучасний статус став результатом тривалого історичного розвитку, в ході якого поступово формувалися як теоретичні основи, так і навчальний курс аналітичної хімії у вищій школі. Окреслити становлення цієї науки означає простежити шлях від емпіричних прийомів аналізу до цілісної системи понять, методів і дидактичних принципів, що лежать в основі університетських курсів. Узагальнений огляд еволюції аналітичної хімії як наукової дисципліни подано, зокрема, у працях Ф. Сзабадварі, М. Караяніса, Ю. Золотова, де відстежується як загальносвітова історія науки, так і регіональні особливості її розвитку.

Перші прояви аналітичної діяльності сягають глибокої давнини, коли людина навчилася відрізняти метали, мінерали, солі, застосовувати прості операції випалювання, розчинення, кристалізації. У античних та середньовічних алхімічних трактатах уже описано прийоми, які за своєю суттю є якісним аналізом: відокремлення металів, виявлення летких і нелетких компонентів, осадження солей. Однак ці операції не спиралися на послідовну систему понять, а були пов’язані з міфологізованими уявленнями про «філософський камінь» та «першоелементи». Лише поступове накопичення експериментальних фактів у

період технічної хімії та ятрохімії, коли з’явилися перші ваги для точного зважування та розвинулися методи виділення чистих речовин, створило підґрунтя для кількісного підходу до аналізу. Саме використання маси як вимірюваної величини стало ключовим кроком на шляху до формування майбутньої аналітичної хімії [1].

Рішучий перелом пов’язують з роботами Р. Бойля та А. Лавуазьє, які підважили арістотелівську схему «чотирьох елементів» та вказали на необхідність суворого кількісного підходу в хімії. Лавуазьє, використовуючи точні вагові вимірювання, сформулював закон збереження маси, що став фундаментом стехіометрії та, відповідно, кількісного аналізу. Надалі розвиток теорії розчинів, кислотно-основних та окисно-відновних реакцій дозволив сформувати перші систематизовані схеми якісного аналізу, засновані на послідовності реакцій осадження та розчинення. Історики аналітичної хімії зазначають, що в XIX ст. відбувається перехід від окремих методичних прийомів до розгалуженої системи процедур, у якій вже можна розпізнати структуру майбутнього університетського курсу: розділення на якісний і кількісний аналіз, виділення гравіметричних та об’ємних методів, упорядкування аналітичних реакцій за групами йона [2].

Поступове перетворення аналітичної хімії на самостійну науку тісно пов’язане з діяльністю університетських шкіл XIX століття. У цей період з’являються перші спеціалізовані курси з хімічного аналізу для студентів, які включають розгорнуті лабораторні практикуми. Вагому роль у формуванні системи аналітичних методів відіграли праці німецьких і австрійських хіміків, які розробили класичні схеми систематичного аналізу катіонів та аніонів, а також підходи до титриметричних визначень. Подальші узагальнення й аналіз історичних етапів розвитку подані у фундаментальній монографії Ф. Сзабадварі «History of Analytical Chemistry», де простежено шлях від античності до середини XX ст. і показано, як поступове накопичення окремих методик привело до усвідомлення аналітичної хімії як окремої галузі знань з власним предметом, методологією і термінологією.

Ключовим моментом становлення аналітичної хімії як науки вважають роботи В. Оствальда наприкінці XIX ст., у яких теоретично обґрунтовано рівноважні та кінетичні аспекти аналітичних реакцій. Саме поєднання термодинаміки, теорії електролітичної дисоціації та іонної рівноваги з практикою хімічного аналізу дало змогу перейти від чисто емпіричних схем до наукового пояснення чутливості, селективності та точності методів. У статті М. Караяніса та К. Ефстатіу «Significant steps in the evolution of analytical chemistry» показано, що в цей період аналітична хімія поступово виходить за межі допоміжної ролі у синтетичній хімії та починає позиціонуватися як самостійна дисципліна, що формує загальні стандарти вимірювань, оцінки похибок та верифікації результатів [2].

XX століття стало епохою радикальної трансформації аналітичної хімії, пов’язаної з появою інструментальних методів аналізу. Розвиток спектроскопії, хроматографії, електрохімічних методів, мас-спектрометрії та інших фізико-хімічних підходів докорінно змінив структуру аналітичного дослідження, змістивши акценти від «мокрої хімії» до приладових технологій. В оглядах розвитку аналітичної хімії наголошується, що саме в XX ст. сформувалася сучасна модель дисципліни, де органічно поєднуються класичні реакційні методи з високочутливими інструментальними техніками, а також з’являються нові напрями — аналітична хімія поверхні, біоаналітична хімія, хемометрика, мікро- та наноаналіз.

У країнах Центральної та Східної Європи, зокрема в Україні, становлення аналітичної хімії як університетського курсу тісно пов’язане з розвитком хімічних факультетів класичних університетів у XX ст. Після 1917 року аналітична хімія в регіоні розвивається на перетині потреб промислової індустріалізації, гірничо-металургійного комплексу та фармацевтичного виробництва; створюються самостійні кафедри, відкриваються спеціальні лабораторії, формуються власні наукові школи. В оглядах історії аналітичної хімії в Україні підкреслюється, що значна частина фундаментальних праць була орієнтована на вирішення прикладних завдань контролю сировини, води,

харчових продуктів, але паралельно формувався повноцінний теоретичний курс для студентів-хіміків.

У другій половині XX ст. структуру університетського курсу аналітичної хімії закріплюють авторитетні підручники, що поєднують класичні й інструментальні методи. Для країн пострадянського простору знаковим став комплексний навчальний посібник «Основи аналітичної хімії» під редакцією Ю. Золотова, в якому логіка викладу побудована від загальних теоретичних питань та методів розділення до систематичного розгляду окремих груп методів кількісного аналізу. Курс подано як цілісну систему: спочатку теоретичні основи та метрологія, далі – класифікація методів (об’ємні, гравіметричні, електрохімічні, спектральні, хроматографічні), а також питання планування експерименту, оцінювання похибок і валідації методик. Така побудова демонструє, що аналітична хімія у навчальному форматі вже не обмежується описом окремих процедур, а формує в майбутніх фахівців цілісну культуру вимірювань.

Важливу роль у становленні курсу аналітичної хімії відіграють історико-наукові дослідження, які дозволяють осмислити еволюцію методів і понять у широкому культурному контексті. Ю. Золотов у книзі «Нариси історії аналітичної хімії» пропонує періодизацію розвитку хімічного аналізу та аналітичної хімії як науки, показує взаємозв’язок цієї галузі з історією фізики, загальної, координаційної та фізичної хімії, а також аналізує внесок окремих науковців у створення класичних і сучасних методів. Подібні праці важливі не лише для істориків науки, а й для викладачів, які завдяки історичним прикладам можуть показати студентам, як змінювалися уявлення про точність, чутливість, межі виявлення, як розвивалися технічні засоби й понятійний апарат дисципліни.

Сучасний курс аналітичної хімії поєднує історично сформовані компоненти (якісний та кількісний аналіз, класичні методи осадження, екстракції, титрування) з новітніми інструментальними технологіями, питаннями екологічної безпеки та «зеленої аналітичної хімії», автоматизації й цифрової обробки даних. У працях із еволюції аналітичної хімії підкреслюється, що

сьогодні ця наука вже не є «служницею» синтетичної хімії, а виступає самостійною інформаційною платформою, що забезпечує прийняття рішень у різних галузях діяльності людини.

Таким чином, становлення аналітичної хімії як науки й університетського курсу можна розглядати як процес переходу від емпіричних практик аналізу до високорозвиненої системи теоретичних засад, методів і навчальних стратегій, які спільно формують у майбутніх фахівців здатність проектувати, проводити й інтерпретувати хімічні вимірювання на рівні сучасних стандартів наукової надійності.

Список використаних джерел

1. Szabadváry F. History of Analytical Chemistry. Oxford: Pergamon Press, 1966. 418 p.
2. Karayannis M. I., Efstathiou C. E. Significant steps in the evolution of analytical chemistry – Is the today's analytical chemistry only chemistry? Talanta. 2012. Vol. 102. P. 7–15. DOI: 10.1016/j.talanta.2012.06.003.

Кочубей О. В., Жук О. М.

ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНИХ ПОНЯТЬ ЗАСОБАМИ ОБРАЗНОГО ТА ПОНЯТІЙНОГО МИСЛЕННЯ

У сучасній системі хімічної освіти особливого значення набуває завдання формування в учнів цілісного уявлення про сутність хімічних понять. Для учнів 9 класів ЗЗСО цей процес має базуватися не лише на логічно-понятійному мисленні, а й на елементах образного мислення, що є психологічно обґрунтованим для даного вікового періоду. Саме поєднання понятійного та образного компонентів у навчальному процесі забезпечує глибше осмислення навчального матеріалу, сприяє розвитку критичного мислення, уяви, здатності до аналізу й узагальнення. У результаті формується не лише знання про хімічні явища, а й розуміння закономірностей, що їх визначають. Цей підхід дозволяє наблизити викладання хімії до реальних потреб сучасної освіти, орієнтованої на розвиток компетентностей та міжпредметної інтеграції.

У публікації Л. Величко підкреслено необхідність оновлення методичної системи викладання хімії, орієнтованої на когнітивно-орієнтоване навчання, що