

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Херсонський державний університет

Медичний факультет

Кафедра хімії та фармації

ЗБІРНИК НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМ

**обов'язкових / вибіркових освітніх компонент / навчальних дисциплін підготовки
другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності ЕЗ Хімія**

**Івано-Франківськ, Херсон
2025 рік**

УДК 378.016.22:54(073:08)
З-41

*Рекомендовано Вченою радою Херсонського державного університету в якості збірника навчальних програм обов'язкових/ вибіркових освітніх компонент/ навчальних дисциплін підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія
(від 23.10.2025 р., протокол № 2)*

Програми розроблені

1. Близнюком В. М., професором, доктором хімічних наук
2. Вишневською Л. В., доценткою, кандидаткою педагогічних наук
3. Волковою С. А., доценткою, кандидаткою хімічних наук
4. Пилипчук Л. Л., доценткою, кандидаткою біологічних наук
5. Попович Т. А., доценткою, кандидаткою технічних наук
6. Речицьким О. Н., доцентом, кандидатом хімічних наук
7. Решновою С. Ф., доценткою, кандидаткою педагогічних наук
8. Сидоренком О. В., доцентом, кандидатом фармацевтичних наук
9. Баєвим О. О., старшим викладачем, кандидатом фармацевтичних наук

Рецензенти:

Блажко О. А. – професор, доктор педагогічних наук, професор кафедри хімії та методики навчання хімії, перший проректор з науково-педагогічної роботи Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Тарас Т. М. – доцент, кандидат хімічних наук, завідувача кафедрою хімії середовища та хімічної освіти Карпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Збірник навчальних програм обов'язкових / вибіркових освітніх компонент / навчальних дисциплін підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія / Колектив авторів. Івано-Франківськ, Херсон, 2025. 119 с.

ISBN 978-617-8670-24-5

ISBN 978-617-8670-24-5

УДК 378.016.22:54(073:08)
З-41

- © Близнюк В. М., 2025
- © Вишневська Л. В., 2025
- © Волкова С. А., 2025
- © Пилипчук Л. Л., 2025
- © Попович Т. А., 2025
- © Речицький О. Н., 2025
- © Решнова С. Ф., 2025
- © Сидоренко О. В., 2025
- © Баєв О. О., 2025

ЗМІСТ

Спеціальність ЕЗ Хімія (обов'язкові освітні компоненти).....	4
Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях.....	5
Методика викладання фахових дисциплін у закладах вищої освіти.....	12
Методологія органічного синтезу.....	18
Методологія та організація наукових досліджень.....	24
Нанохімія та нанотехнології.....	32
Сучасні інструментальні методи аналізу.....	39
Хімічний аналіз об'єктів навколишнього середовища.....	48
Спеціальність ЕЗ Хімія (вибіркові освітні компоненти).....	58
Аналіз лікарських засобів.....	59
Аналіз харчових продуктів.....	66
Вибрані розділи неорганічної хімії.....	72
Вибрані розділи органічної хімії.....	80
Новітні досягнення з фахових дисциплін.....	86
Синтез та ідентифікація гетероциклічних сполук.....	94
Сучасні освітні технології.....	99
Хімія розчинів.....	107
Хімія твердих відходів.....	114

**СПЕЦІАЛЬНІСТЬ ЕЗ ХІМІЯ
(ОБОВ'ЯЗКОВІ ОСВІТНІ КОМПОНЕНТИ)**

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ХІМІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЯХ

Програма розроблена

Пилипчук Людмилою Львівною, доценткою, кандидаткою біологічних наук

ВСТУП

Програма вивчення обов'язкової освітньої компоненти «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти є особливості комп'ютерного моделювання хімічних процесів, хімічних речовин, їх властивостей, процесів їх перетворення і явищ, якими ці процеси супроводжуються.

Міждисциплінарні зв'язки: Курс «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях» базується на знаннях із загальної, неорганічної, аналітичної, органічної хімії, основах неорганічного та органічного синтезу, фізичної та колоїдної хімії, фізики, вищої математики, біології.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях» є формування у студентів уявлень про особливості комп'ютерного моделювання та дизайну молекулярної взаємодії, використання молекулярних конструкцій для з'ясування механізмів хімічних процесів.

1.2. Основними завданнями вивчення освітньої компоненти є

Теоретичні:

1. Формування розуміння алгоритмів множинного вирівнювання, аналізу конформаційного простору лігандів та пошуку біологічних схожих послідовностей.

2. Ознайомлення студентів з основними форматами молекулярно-біологічних даних, особливостями організації баз даних просторових структур, основами молекулярного докінгу, який дозволяє оптимізувати властивості білка при створенні нових лікарських препаратів.

3. Поглиблення знань про особливості просторової організації білкових молекул, основ молекулярної динаміки біополімерів, особливостей гомологічного моделювання просторової структури білків та методик оцінки їх якості, формування ґрунтовної теоретичної бази для глибокого розуміння особливостей визначення біологічної активності хімічної сполуки відповідно до її структури.

4. Ознайомлення студентів з основами фармакофорного моделювання та основних принципів та підходів CADD, що використовуються для створення сучасних лікарських препаратів.

Практичні :

1. Здійснювати пошук та проводити аналіз просторових структур білків за допомогою бази даних.

2. Опановувати молекулярне моделювання, 3D візуалізацію та конвертацію текстових файлів.

3. Набувати вмінь теоретичного осмислення експериментального матеріалу, застосування набутих знань для розв'язування задач та вправ, вирішення завдань творчого характеру, здатності прогнозувати перебіг хімічного процесу у часі та кінцевого стану в різних

зовнішніх умовах.

4. Моделювати взаємодії ліганд-рецептор та порівнювати результати докінг взаємодії білка мішені з уже існуючими лігандами до даного рецептору.

5. Визначати гомологією та оцінювати якість отриманої моделі, просторову структуру білка-мішені за допомогою методу моделювання, біологічну активність (або властивість) лігандів за допомогою методу QSAR.

6. Проводити аналіз властивостей лігандів та робити висновки щодо їх хімічної модифікації.

7. Передбачати білки-рецептори, на які буде впливати ліганд, що може бути лікарським препаратом та формувати вміння фармакофорного моделювання для знаходження нових лігандів для біологічних мішеней.

8. Використовувати технології автоматизованого проектування лікарських препаратів *in silico*.

9. Вміти користуватись довідковою літературою.

10. Виконувати правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії для запобігання ризиків у професійній діяльності.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК 12. Здатність працювати автономно.

ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для

розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 5. Володіти методами комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.

Р 6. Знати методологію та організації наукового дослідження.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи молекулярного моделювання.

Типи та принципи молекулярного моделювання.

Ознайомлення з поняттям молекулярного моделювання та його роллю в сучасній науці. Типи молекулярного моделювання: квантово-механічне, класичне, гібридне.

Основні прийоми та принципи пошуку спеціалізованої інформації, її оцінки та аналізу. Характеристика найважливіших баз даних хіміко-фармацевтичної та медико-біологічної інформації, бібліографічних та повнотекстових баз наукових журналів, патентної інформації тощо. Комп'ютерне програмне забезпечення

Використання програмних засобів.

Використання програмних засобів для молекулярного моделювання. Огляд популярних програмних пакетів для молекулярного моделювання: Gaussian, GROMACS, VMD, PyMOL тощо. Робота з вхідними файлами, налаштування параметрів обчислень. Візуалізація та аналіз результатів моделювання.

Загальні напрямки комп'ютерного моделювання в хімії.

Загальні напрямки комп'ютерного моделювання в хімії. Моделювання ізольованих молекул та їх властивостей. Класична та квантова механіка. Короткий огляд основних наближень квантової хімії. Обчислювані параметри: структурні, термодинамічні, спектральні (ІЧ-, УФ-, ЯМР-спектри). Моделювання конденсованої фази. Молекулярна динаміка класична та ab initio. Обчислювані параметри: структурні, термодинамічні, кінематичні. Кореляційний аналіз (QSPR, QSAR). Автоматизоване проектування лікарських препаратів на основі структури ліганду.

Формати даних.

Особливості збереження інформації про структуру ліганду та білкової мішені. Формати даних SMILES, SMARTS та .pdb. Міжнародний хімічний ідентифікатор IUPAC (InChI). Формати mol, mol2.

Ефективні алгоритми пошуку білків-гомологів. Алгоритм BLAST. Особливості ідентифікації консервативних та варіабельних ділянок. Моделювання бічних ланцюгів. Гомологічне моделювання білків за допомогою веб-сервісу SwissModel. Оцінка якості моделі. Стереохімічні параметри. Якість упаковки. Достовірність укладки.

Основні етапи та особливості проведення віртуального скринінгу за умови наявної просторової структури біологічної мішені. Отримання та підготовка структури мішені; Ідентифікація сайту зв'язування ліганду; Підготовка бібліотеки хімічних сполук; Молекулярний докінг.

Змістовий модуль 2. Інноваційні технології в хімії та технологіях.

Основні стратегії створення лікарських засобів.

Інноваційні технології – методологія drug-design (віртуальний скринінг, комбінаторна хімія, тотальний високоефективний скринінг, молекулярне моделювання). Основні стратегії створення лікарських засобів, етапи від молекули до препарату, роль і значення *in silico* методів.

Структури-лідери.

Поняття про молекулярні дескриптори, їх розрахунок, підходи та основи методів молекулярного моделювання та кількісної оцінки зв'язку структура-активність, докінгові дослідження.

Поняття про сполуки-хіти, структури-лідери та їх оптимізацію

Сучасні підходи до дизайну нових біологічно активних сполук. Поняття про ліганд-, мішень-орієнтований, «fragment-base» дизайн, «structure-based» дизайн.

Моделювання властивостей матеріалів.

Моделювання властивостей матеріалів. Моделювання фізичних та хімічних властивостей матеріалів. Квантово-механічні розрахунки для вивчення електронної структури матеріалів. Методи молекулярної динаміки для дослідження механічних та термодинамічних властивостей.

Моделювання біологічних процесів: розуміння функцій біомолекул, дизайн ліків. Моделювання нових матеріалів для технологічних застосувань. Прогнозування хімічних реакцій та каталізаторів для сталого розвитку.

Етика та обмеження молекулярного моделювання.

Етика та обмеження молекулярного моделювання. Етичні аспекти використання моделювання науковцями та індустрією. Обмеження точності та достовірності результатів. Роль експериментів у підтвердженні модельних даних.

Використання штучного інтелекту (ШІ) в комп'ютерному моделюванні.

Використання ШІ для генерації нових молекул, які можуть мати певні хімічні властивості або використовуватися в фармацевтичній та хімічній промисловості. Оптимізація молекулярних структур. Прогнозування ШІ хімічних властивостей молекул.

Віртуальне скринінг фармакологічних сполук. Використання ШІ в процесі дизайну нових матеріалів з бажаними властивостями, прискорення процесу дизайну нових матеріалів з бажаними властивостями. Валідація результатів ШІ з використанням експериментальних або обчислювальних методів.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. ACD/ChemSketch. Version 2012 for Microsoft Windows. Drawing Chemical Structures and Graphical Images Tutorial. / Advanced Chemistry Development, Inc. 2013. 156 p.
2. Adalbert Kerber, Reinhard Laue, Markus Meringer, Christoph Rücker, Emma Schymanski Mathematical Chemistry and Chemoinformatics 2014 Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston P. 522
3. Hossein G. Gilani, PhD, Katia G. Samper and Reza K. Haghi Chemoinformatics Advanced Control & Computational Techniques 2012 by Apple Academic Press, Inc. P. 209.
4. Kenneth M. Merz Jr., Dagmar Ringe, and Charles H. Reynolds. Drug Design: Structure- and Ligand- Based Approaches. Cambridge and New York: Cambridge University Press. 274 p.; ill.; index. ISBN: 978-0-521-88723-6. 2010.
5. Бондар О. С. Практикум з комп'ютерної хімії : навч. посіб. Чернігів : ЧНПУ, 2016. 68 с.

6. Бондар О. С. Прогнозування біологічної активності сполук з застосуванням комп'ютерних програм : навч. посіб. Чернігів: НУЧК імені Т. Г. Шевченка, 2018. 64 с.
7. Винник О. Ф., Свечнікова О. М., Грановська Т. Я. Застосування програмного засобу ACD/ChemSketch (Freeware) 12.0 для написання хімічних формул та моделювання хімічних процесів : навч. посіб. Харків, 2018. 92с.

Додаткові:

8. Gasteiger J., Engel T. Chemoinformatics : A Textbook. Wiley-VCH, Weinheim, 2003. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527601643>
9. Гамаюн І. П., Чередніченко О. Ю. Моделювання систем : навч. посіб. Харків : Факт, 2015. 228 с.
10. Кеца О. В. Основи біоінформатики: навч.-метод. посіб. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2018. 192 с.
11. Кисляк С. В., Голуб Н. Б., Дуган О. М., Аверьянова О. А. Моделювання молекулярної взаємодії [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня магістра. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 203 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/828a49a4-3848-4638-9700-a496dd5bfeca>
12. Коновалова С. О. Комп'ютерні та інформаційні технології в хімії : стислий конспект лекцій для студентів спеціальності 102 «Хімія» Краматорськ : ДДМА, 2020. 80 с.
13. Методологія дослідження та обчислення кінетичних параметрів гомогенних каталітичних реакцій : метод. вказівки до курсу «Експериментальне дослідження хімічних реакцій». Львів, 2005. 26 с.
14. Моделювання хімічних реакцій та математична обробка результатів кінетичних експериментів : метод. вказівки до практичних занять з курсу «Теорія хімічних процесів органічного синтезу». Львів, 2003. 27 с.
15. Опейда Й. О. Математичне та комп'ютерне моделювання в хімії. Вінниця : ДонНУ, 2015. 388 с.
16. Опейда Й. О. Методологія фізико-хімічних досліджень. Донецьк : ДонНУ, 2012. 142 с.
17. Пилипчук Л. Л., Волкова С. А., Попович Т. А. Використання інформаційних технологій при висвітленні питань колоїдної хімії. *Актуальні проблеми в середній освіті: заклад загальної середньої освіти – доуніверситетська підготовка – заклад вищої освіти* : зб. наук. пр. К.: 2023 С. 515-524 URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/APSE/article/view/17735/25038>
18. Піх З. Г. Теорія хімічних процесів органічного синтезу : підручник. Львів : Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2002. 396 с.
19. Піх З. Г., Мельник Ю. Р., Мельник С. Р. Каталіз. Теорія та практика : підручник. Львів : Бадікова Н. О., 2016. 286 с.
20. Савченко А. С., Синельников О. О. Методи та системи штучного інтелекту : навч. посіб. К. : НАУ, 2017. 190 с.
21. Стеценко Н. О., Дегтярьов Л.С., Фролова Н.Е., Іванова В.Д.. Основи комп'ютерної хімії біологічно активних речовин : конспект лекцій для студентів спеціальності 8.05170109 «Технології харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення» денної форми навчання. К. : НУХТ, 2012. 87 с.
22. Ютілова К. С. Комп'ютерне моделювання хімічних процесів. Вінниця : ДонНУ, 2019. 56 с.
23. Яцимирський В. К., Яцимирський А. В. Квантова хімія : підручник. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2009. 479 с.

Інтернет-джерела:

24. International union of pure and applied chemistry [Електронний ресурс]. URL: <https://iupac.org/who-we-are/divisions/division-details/inchi/>
25. IUPAC International Chemical Identifier (InChI) [Електронний ресурс]. URL: https://www.inchi-trust.org/download/104/InChI_TechMan.pdf.
26. Johann Gasteiger, Kimito Funatsu. Chemoinformatics. An Important Scientific Discipline. *Journal of Computer Chemistry Japan*. 2006, 5(2). P. 53-58. URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jccj/5/2/5_2_53/article
27. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/>
28. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry*. Французько-Український хімічний журнал / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
29. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie* / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>
30. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine)*. Хімія і технологія води / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
31. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»). URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnalu/>
32. Науковий журнал категорії Б. *Ukrainian Chemistry Journal*. Український хімічний журнал / Національна академія наук України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка). URL: <https://ucj.org.ua/index.php/journal/archives>
33. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. Хімія / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
34. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету*. Хімія / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
35. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02432d22007581b2da072>
36. Науковий журнал категорії Б. *Проблеми хімії та сталого розвитку* / Волинський національний університет імені Лесі Українки. URL: <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry/homepage>
37. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas>
38. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
39. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
40. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
41. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
42. Looka. URL: <https://looka.com/>
43. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне / письмове опитування, електронне на платформі KSU.online, контрольні роботи;

умінь – практичні завдання, розрахункові задачі, моделювання ситуацій та хімічних речовин;

практичної орієнтації – кейс-проєкти, кейс-аналіз;

комунікативних навичок та критичного мислення – презентації, доповіді та дискусії.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Програма розроблена

Вишневською Людмилою Василівною, доценткою, кандидаткою педагогічних наук
Решновою Світланою Федорівною, доценткою, кандидаткою педагогічних наук

ВСТУП

Програма вивчення обов'язкової освітньої компоненти «Методика викладання фахових дисциплін у закладах вищої освіти» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» другого (магістерського) рівня вищої освіти Хімія спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є теоретичні, методичні і методологічні основи викладання дисциплін хімічного циклу у закладах вищої освіти.

Міждисциплінарні зв'язки: загальна, неорганічна та органічна хімії – базові дисципліни, на яких формуються знання та вміння студентів. Методика навчання хімії – специфічні методи та засоби навчання хімії. Педагогіка вищої школи – дидактичні особливості процесу навчання у вищій школі.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Методика викладання фахових дисциплін у закладах вищої освіти» є формування у здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія цілісної науково-педагогічної системи викладання хімічних дисциплін у ЗВО, розуміння специфіки організації навчального процесу з хімії та озброєння їх вмінням реалізувати на практиці різноманітність форм та методів навчання хімічним дисциплінам.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Методика викладання фахових дисциплін у закладах вищої освіти» є

Теоретичні:

1. Характеризувати специфіку організації навчального процесу у закладах вищої освіти.
2. Аналізувати форми організації навчального процесу з хімії у ЗВО, їх особливості та вимоги до реалізації.
3. Описувати систему методів і засобів навчання, а також форми проміжного та підсумкового контролю в навчанні хімії.
4. Оцінювати особливості методики викладання ключових тем з курсів загальної, неорганічної та органічної хімії.

Практичні:

1. Застосовувати набуті знання для формування системного підходу до організації навчальної дисципліни з хімії.
2. Планувати, структурувати та організовувати лабораторні і практичні заняття з різних курсів хімії, здійснювати відбір навчального матеріалу.
3. Створювати методичне забезпечення для окремих етапів навчальних занять.
4. Розробляти засоби діагностики успішності навчання, зокрема у тестовій формі.
5. Формування вміння переносити набуті знання при вивченні різних хімічних дисциплін як єдине системне хімічне знання на систему навчальної дисципліни, що викладається.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК 11. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

ФК 9. Здатність здійснювати освітню діяльність у закладах вищої освіти при викладанні хімічних дисциплін

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.

Р 13. Застосовувати психолого-педагогічні підходи в процесах навчання та виховної роботи зі студентами.

Р 14. Застосовувати сучасні освітні технології та методики викладання хімічних дисциплін у закладах вищої освіти.

Р 15. Готовність, на основі самопізнання, формувати власний стиль педагогічної діяльності та професійного спілкування.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Освітнє середовище в закладах вищої освіти.

Теоретичні та нормативні засади організації навчального процесу у ЗВО.

Поняття, мета і завдання організації навчального процесу. Нормативно-правове забезпечення. Педагогічні, психологічні принципи навчання здобувачів вищої освіти, сучасні концепції (компетентнісний підхід, дистанційне/змішане навчання), міжнародний досвід.

Структура та складові навчального процесу.

Стандарти вищої освіти, професійні стандарти, освітня програма, навчальний план, силабус, види занять (лекції, семінари, практичні, лабораторні, консультації), кредитно модульна система, оцінювання за шкалою ЕКТС.

Методи, форми і техніки навчання.

Активні навчальні методи, проблемне навчання, проєктна робота, кейс-методи, групові форми, інтеграція ІКТ, дистанційні технології.

Оцінювання результатів навчання.

Поточне, підсумкове оцінювання, способи контролю знань та компетентностей, внутрішнє забезпечення якості освіти. Система оцінювання та критерії оцінювання кожного виду роботи. Види контролю. Тести. Блочний і дисциплінарний контроль.

Управлінські аспекти.

Планування та організація навчального процесу, координація між кафедрами, дисциплінами, викладачами, забезпечення ресурсами (кадри, матеріально-технічна база).

Інноваційні виклики та адаптація.

Реагування на зовнішні виклики (наприклад, глобальні, технологічні, безпекові), можливості дистанційного та змішаного навчання, інклюзивність, університетська автономія.

Академічна доброчесність і запобігання академічному плагіату у науково-дослідній та навчальній діяльності здобувачів вищої освіти. Норми використання штучного інтелекту в навчанні, викладанні й дослідженнях у ЗВО.

Змістовий модуль 2. Методичні основи викладання хімії у закладах вищої освіти.

Методи навчання хімії в ЗВО.

Поняття методів навчання. Взаємозв'язок мети, змісту та методів навчання. Продуктивно-пошукове та традиційне (інформаційне) навчання, їх співвідношення при викладанні хімічних дисциплін у ЗВО.

Класифікація методів навчання за співвідношенням пошукового та традиційного підходів: дослідницький, проблемний, програмований, алгоритмізований методи. Сфера застосування кожного з методів у викладанні хімії.

Форми навчання хімії в ЗВО.

Форми навчання: лекція, семінар, практичне заняття, лабораторне заняття, самостійна робота. Розподіл навчального матеріалу за різними формами навчання.

Вимоги до сучасної університетської лекції. Демонстраційний експеримент на лекції. Форми контролю засвоєння знань на лекції.

Види семінарських занять. Дискусійна форма проведення семінарів. Відбір і структуризація навчального матеріалу.

Лабораторні і практичні заняття: роль у формуванні практичних навичок і наукового мислення. Форми організації. Навчально-наукове спілкування під час виконання завдань. Дослідницький та алгоритмізований підходи до практикуму.

Види самостійної та позааудиторної пізнавальної діяльності. Організація наукової діяльності здобувачів. Курсові та кваліфікаційні роботи як форма підсумкової самостійної роботи.

Виробничі та навчальні практики. Значення у професійній підготовці. Зміст, структура, методичне забезпечення.

ІКТ та ШІ в навчанні хімії.

Застосування комп'ютерних технологій в аудиторній і позааудиторній роботі. Можливості використання штучного інтелекту в навчальному процесі.

Відбір предметного змісту і побудова навчальної дисципліни.

Робочі програми з дисциплін хімічного циклу, вимоги до їх структури та змісту.

Відбір змісту. Методичні підходи до викладання окремих тем. Аналіз освітніх кейсів із вітчизняних і зарубіжних ЗВО. Розробка модуля, курсу або фрагмента освітньої програми. Самостійне виконання проєкту з організації навчального процесу.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Дзюба П. А., Зайцева Т. А. Посібник до вивчення дисципліни «Методика викладання фахових дисциплін в вищій школі» : посіб. Д. : Ліра, 2015. 24 с. URL: <https://pedagogy.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/Metodyka-vykkladannia.pdf>
2. Загальні політики використання штучного інтелекту в навчанні, викладанні й дослідженнях у Херсонському державному університеті : Наказ від 20.06.2023 №281-Д. ХДУ : Івано-Франківськ, 2023. 18 с. URL: <https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx?id=00653012-555c-46b2-bb64-05ba9bf26773>
3. Козлова М. Г. Методика викладання у вищій школі : навч. посіб. Одеса : ОНЕУ, ротапринт, 2014. 200 с. URL: http://oneu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/navchalnij_posibnik-metodika_vikladannya_u_vishnij_shkoli.pdf
4. Максимов О. С. Методика викладання хімії у вищих навчальних закладах : підруч. для студ. хім. спец. вищ. навч. закладів I-IV рівнів акредитації. Мелітополь, 2014. 91 с. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi80/0060176.pdf>
5. Малихін О. В., Павленко І. Г., Лаврентьєва О. О., Матукова Г. І. Методика викладання у вищій школі : навч. посіб. Сімферополь : Дайфі, 2011. 270 с. URL: https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/0564/342/1/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BB_%D0%B2%D0%B8%D1%89_%D1%88%D0%BA.pdf
6. Нараєв В. М., Портян М. О. Методика викладання у вищій школі : навч. посіб. Вид. 2-ге, перероб. і доп. Харків : Стильна типографія, 2018. 289 с. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/4929/1/NP_VVSh_2018.pdf
7. Положення про академічну доброчесність учасників освітнього процесу Херсонського державного університету : Наказ від 02.02.2018 № 76-Д. ХДУ : Херсон, 2018. 10 с. URL: <https://ksu24.kspu.edu/s/zFN2X>
8. Положення Херсонського державного університету про силабус навчальної дисципліни/освітньої компоненти. URL: <https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/8.%20%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%A5%D0%94%D0%A3%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%20%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D1%83%D1%81.pdf?id=88ab234a-7cc7-44d0-860e-3d78049dc5ed>
9. Стандарт вищої освіти (Наказ МОН від 04.03.2020р № 381) URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishchaosvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
10. Стинська В. В. Методика викладання у вищій школі : навч. посіб. Івано-Франківськ, 2022. 180 с. URL: <https://ksu24.kspu.edu/s/ZWuT8>

Додаткові:

11. Вишневська Л. В. Вишневський В. П. Роль опорних схем в організації дистанційного навчання студентів. *Дистанційне навчання студентів: теорія і практика* [електронний збірник] : наук.-метод. праці Херсонського державного університету / за ред. : С. А. Омельчука. Херсон : ХДУ, 2020. С. 11-22. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/12830/1.%20%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86.%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81.pdf?sequence=1>
12. Душечкіна Н. Ю., Давискиба В. В., Сорока М. В. Сучасні підходи до викладання хімічних дисциплін в умовах дистанційного навчання. *Теорія і методика професійної освіти*. Випуск 38. 2021. С. 131-138 URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/123456789/14493/1/28.pdf>
13. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посіб. К. : Вища шк., 2005. 639 с.
14. Максимов О. С. Методика викладання хімії. Практикум : навч. посіб. К. : Вища школа, 2004. 167 с.
15. Міхалічко Б. М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи : навч. посіб. К. : Знання, 2009. 548 с.
16. Неділько С. А., Попель П. П. Загальна та неорганічна хімія. Задачі і вправи. К. : Либідь, 2001. 398 с.
17. Освітні технології : навч.-метод. посіб. / О. М. Пехота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін.; за ред. О. М. Пехоти. К. : Вид-во А.С.К., 2003. 255 с.
18. Попель П. П. Складання рівнянь хімічних реакцій. К. : Рута, 2000. 195 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/1585967/>
19. Попович Т. А. Дистанційний курс з неорганічної хімії в системі організації самостійної роботи студентів хімічних спеціальностей закладів вищої освіти. *Дистанційне навчання студентів: теорія і практика* [електронний збірник] : наук.-метод. праці Херсонського державного університету / за ред. : С. А. Омельчука. Херсон : ХДУ, 2020. С. 59-68. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/12830/1.%20%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86.%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81.pdf?sequence=1>
20. Рейтер Л. Г., Степаненко О. М., Басов В. П. Теоретичні розділи загальної хімії. Київ : Каравела, 2006. 300 с.
21. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Можливості використання комплексної комп'ютерної програми з органічної хімії в дистанційному навчанні. Роль опорних схем в організації дистанційного навчання студентів. *Дистанційне навчання студентів: теорія і практика* [електронний збірник] : наук.-метод. праці Херсонського державного університету / за ред. : С. А. Омельчука. Херсон : ХДУ, 2020. С. 69-74. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/12830/1.%20%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86.%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81.pdf?sequence=1>
22. Скопенко В. В., Савранський Л. І. Координаційна хімія : підручник. К.: Либідь, 2004. 424 с.
23. Слета Л. О., Іванов В. В. Квантова хімія. Харків : Гімназія, 2008. 443 с.
24. Слободяник С. С., Улько Н. В., Бойко К. М., Самойленко В. М. Загальна та неорганічна хімія : практикум. К. : Либідь, 2004. 336 с.
25. Телегус В. С. Основи загальної хімії : посібник для студентів хімічних спеціальностей вузів. Київ : Новий світ, 2000. 424 с.

Інтернет-джерела:

26. Горбатюк Н. М. Методика навчання хімії : навч. посіб. Умань : ВПЦ «Візаві», 2016. 136 с. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/6228/1/%d0%9c%d0%9d%d0%a5.pdf>
27. Винославська О. В. Психологія та методика викладання фахових навчальних дисциплін у вищій школі : Комплекс навчально-методичного забезпечення для підготовки магістрів усіх спеціальностей. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 73 с. URL: <https://ksu24.kspu.edu/s/HvCOx>
28. Прищак М. Д., Залюбівська О. Б. Педагогіка, психологія та методика викладання у вищій школі : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2020. 160 с. URL: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28445/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%89%D0%B0%D0%BA_%D0%97%D0%B0%D0%BB%D1%8E%D0%B1%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%9D%D0%9F.pdf?sequence=1&isAllowed=y
29. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
30. Стинська В. В. Методика викладання у вищій школі: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2022. 180 с.
URL: <http://lib.pnu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/15340/1/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%BD%D0%B0%20%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf>
31. Попель П. П. Складання рівнянь хімічних реакцій. К. : Рута, 2000. URL: <https://www.twirpx.com/file/1585967/>
32. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
33. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
34. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
35. Looka. URL: <https://looka.com/>
36. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне / письмове опитування, електронне тестування на платформі KSU.online, контрольні роботи;

умінь – практичні завдання, задачі з методики викладання хімії, моделювання ситуацій; практичної орієнтації – кейс-проекти;

комунікативних навичок та критичного мислення – презентації, дидактичні ігри, доповіді та дискусії.

МЕТОДОЛОГІЯ ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ

Програма розроблена

Близнюком Валерієм Миколайовичем, професором, доктором хімічних наук
Пилипчук Людмилою Львівною, доценткою, кандидаткою біологічних наук
Речицьким Олександром Наумовичем, доцентом, кандидатом хімічних наук

ВСТУП

Програма вивчення обов'язкової освітньої компоненти «Методологія органічного синтезу» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти є сучасні органічні реакції – синтетичні методи і технологія проведення синтезів (тактика) та алгоритм (стратегія) сучасного планування синтезів складних органічних сполук.

Міждисциплінарні зв'язки: органічна хімія, загальна та неорганічна хімія, аналітична хімія, хімія природних сполук.

Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання освітньої компоненти “Методологія органічного синтезу” є ознайомлення студентів з основними сучасними підходами до планування синтезів органічних сполук, опанування ними стратегії і тактики синтезу, оволодіння навичками самостійного планування синтезу органічних сполук.

1.2. **Основними завданнями** вивчення дисципліни “Методологія органічного синтезу” є

Теоретичні:

1. На основі теоретичних знань навчити вибирати, розраховувати найбільш вигідний шлях синтезу і підбирати умови одержання органічних сполук.
2. Обґрунтовувати основні сучасні органічні реакції, необхідні для планування органічних синтезів.
3. Використовувати термодинамічні уявлення для визначення напрямку реакцій.

Практичні:

1. Закріпити навички та вміння по плануванню та одержанню (синтезу) сполук та їх очистки.
2. Характеризувати сучасні технології проведення органічних синтезів у лабораторіях.
3. Планувати синтез органічних сполук будь-якої складності.
4. Проводити експериментально органічні синтези органічних сполук в хімічній лабораторії з використанням сучасних технологій.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

- ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК 12. Здатність працювати автономно.
- ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля.
- ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

- ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.
- ФК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.
- ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.
- ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.
- ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.
- ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

- Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.
- Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.
- Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.
- Р 4. Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.
- Р 6. Знати методологію та організації наукового дослідження.
- Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.
- Р 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.
- Р 12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Тактичні прийоми, стратегія планування органічних синтезів та сучасні технології їх проведення.

Вступ.

Мета і задачі органічного синтезу. Історія розвитку органічного синтезу. Напрямки органічного синтезу. Задачі органічного синтезу на сучасному етапі розвитку органічної хімії.

Стратегія органічного синтезу.

Планування синтезу. Одностадійні та багатостадійні синтези. Лінійний та конвергентний синтези. Стратегічні принципи: планування від вихідної сполуки та від цільового продукту. Цілісний розгляд структури. Вибір стратегічної реакції. Вибір стратегічного зв'язку: критерії вибору стратегічного зв'язку та первинна ретросинтетична обробка структури. Реагенти. Еквіваленти. Синтони. Приклади синтонів, які часто використовуються при плануванні сучасних органічних синтезів. Ознаки “гарного” органічного синтезу: надійність, селективність, технологічність, безпека, достатня вивченість границь застосування і особливостей. Правила складання схем синтезу органічних сполук.

Теоретичний аналіз проблеми (підбір літератури).

Джерела наукової інформації. Первинні джерела: наукові журнали, збірники статей, авторські свідоцтва і патенти. Вторинні джерела: довідники, реферативні журнали, експрес-вказівки. Онлайн-ресурси. Використання сучасних електронних баз даних при плануванні синтезу. Комп'ютерний синтез. Емпіричний підхід до комп'ютерного синтезу: комп'ютерні програми, що реалізують емпіричний підхід до комп'ютерного синтезу. Неемпіричний комп'ютерний синтез: комп'ютерні програми, що реалізують неемпіричний підхід до комп'ютерного синтезу. Синтез “Уперед”: комп'ютерні програми, що реалізують синтез “Уперед”. Дизайн нових типів органічних реакцій.

Реакційна здатність і напрямок реакцій.

Термодинамічний і кінетичний методи визначення напрямку реакції. Визначення швидкості хімічної реакції. Механізм реакції. Напрямок проходження органічних реакцій.

Залежність реакційної здатності і напрямку реакції органічних речовин від стійкості проміжної частинки або перехідного стану. Вплив електронних факторів на стійкість проміжної частинки або перехідного стану (алгоритм визначення стійкості проміжної частинки або перехідного стану).

Основні прийоми органічного синтезу.

Нарощування карбонового ланцюгу. Реакції зі збільшенням карбонового ланцюгу на один та декілька атомів карбону. Взаємодія магнійорганічних сполук з карбон(IV) оксидом, карбонільними сполуками, похідними карбонових кислот, алкінами, реакція Вюрца, реакція Кольбе, альдольно-котонова конденсація, конденсація Кляйзена, конденсація Перкіна та ін.

Скорочення карбонового ланцюгу. Реакції скорочення карбонового ланцюгу на один та декілька атомів карбону. Реакції декарбонілювання та декарбоксилювання. Синтези кетонів та карбонових кислот з використанням ацетооцтового та малонового естерів.

Періодатне окиснення (селективне розщеплення) віцинальних гліколей. Окисне розщеплення олефінів (озоноліз, дія розчину калій перманганату та ін.), окиснення бокового ланцюгу ароматичних сполук.

Змістовий модуль 2. Сучасні методи синтезу.

Циклізація та розкриття циклу.

Малі цикли: похідні циклопропану та циклобутану.

П'яти і шестичленні цикли: карбоциклічні та гетероциклічні сполуки. Цикли великих розмірів. Циклоприєднання: реакція Дільса-Альдера, [2+1]-циклоприєднання, [2+2]циклоприєднання. Циклізація з попередньою координацією субстратів у комплексах перехідними металами.

Ароматизація циклічних систем.

Дегідрогенізуючі агенти. Ароматизація насичених або частково ненасичених карбоциклічних та гетероциклічних систем.

Перегрупування. Перегрупування зі збереженням карбонового скелету: алільне перегрупування, перегрупування зі скороченням карбонового скелету: перегрупування Гофмана, перегрупування з перебудовою карбонового скелету: пінаколінове перегрупування, перегрупування з нарощуванням карбонового скелету: перегрупування Фріса, бензидинові перегрупування. Інші реакції перегрупування.

Введення, обмін та окисно-відновні перетворення характеристичних груп. Реакції галогенування, нітрування, нітрузування, сульфування, ацилювання, відновлення: нітросполук, альдегідів, кетонів, окиснення: первинних, вторинних спиртів, гомологів бензену, реакції гідридного обміну, заміщення діазогрупи та ін.

Асиметричний синтез.

Використання хіральних допоміжних сполук. Хіральний реагент: реакції асиметричного гідроборування, асиметричне відновлення та ін. Хіральні каталізatori. Природні хіральні нерацимічні сполуки як вихідні в асиметричному синтезі.

Каталіз та каталізatori.

Визначення явища каталізу. Гомогенний та гетерогенний каталіз. Метали, комплекси металів у каталізі, органокаталіз. Ензими, їх використання в органічному синтезі.

Захист характеристичних груп у процесі синтезу.

Захист гідроксильної групи в спиртах та фенолах. Захист аміно- та моноалкілзаміщених аміногруп. Захист карбонільної групи. Захист аліфатичної та ароматичної СН-групи. Одночасний захист декількох характеристичних груп: захист одним реагентом двох характеристичних груп, поступове використання різних реагентів для захисту різних характеристичних груп.

Сучасні технології органічних синтезів Сучасні технології органічних синтезів. Використання полімерних матриць.

Комбінаторна хімія.

Стратегія конструювання і синтезу хімічних бібліотек. Комбінаторний синтез у розчині: одно-, двох та трьохстадійні методи синтезу, однореакторні методи синтезу, тандемні реакції, паралельний синтез індивідуальних сполук. Комбінаторний синтез на твердому носії. Проточні реактори.

Місце і значення задач інноваційного синтезу в сучасній електромеханіці. Генетична природа інновацій.

Застосування штучного інтелекту (ШІ) в органічному синтезі.

Дизайн молекул, нові ідеї щодо структур молекул, які могли б мати бажані властивості, такі як лікарські препарати або матеріали з певними характеристиками. Прогноз реакцій. Вибір оптимальних реакційних умов (температура, розчинник, каталізatori тощо). Оптимальний порядок реакцій. Моделювання структури та властивостей. Автоматизація лабораторних етапів. Оптимізація реакційних шляхів. Передбачення токсичності та екологічних наслідків за допомогою ШІ.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Ведута В. В., Федько Н. Ф. Органічний синтез Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. 160 с.
2. Воловенко Ю. М., Шаблікіна О. В. Циклоконденсації в органічному синтезі. К. : Вид-во КНУ, 2019. 65 с.

3. Гордієнко О. В. Вибрані методи синтезу органічних сполук. К. : Вид-во КНУ, 2019. 37 с.
4. Григоренко О. О., Шабликін О. В. Сучасні методи органічного синтезу. К. : ВПЦ «Київський університет», 2020. 572 с.
5. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів з органічної хімії. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2015. 134 с.
6. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Органічна хімія. Херсон : ХДУ, 2014. т. 1. 438 с. т. 2. 442 с. т. 3. 274 с.
7. Smith M. B. Organic Synthesis. *Academic Press*, 2016. 1083 p.

Додаткові:

8. Tsuji J. Palladium Reagents and Catalysts. *New Perspectives for the 21st Century* . J. Tsuji. John Wiley & Sons, 2004. 670 p.
9. Речицький О. Н. Реакційна здатність органічних сполук та напрямки проходження деяких органічних реакцій. Херсон : Вид-во ХДУ, 2002. 76 с.
10. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Органічна хімія. Практикум до лабораторних занять з органічної хімії. Херсон : Вид-во ХДУ, 2010. 136 с.
11. Shelhaas M., Waldmann H. Protecting group strategies in organic synthesis. *Angew. Chemie, Int. Ed. Eng.* 1996, vol. 35, P. 2056-2083.
12. Warren S. Designing Organic Syntheses. A Programmed Introduction to the Synthon Approach. John Wiley & Sons, 1991. 285 p.
13. Ластухін Ю. О., Воронов С. А. Органічна хімія. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
14. Ластухін Ю. О. Хімія природних органічних сполук. Львів : Інтелект-захід, 2004. 557 с.
15. Сучасна термінологія та номенклатура органічних сполук / В. С. Толмачова, О. М. Ковтун., М. Ю. Корнілов та ін. Тернопіль : Навчальна книга «Богдан», 2008. 172 с.
16. Чирва В. Я., Ярмолук С. М., Толкачова Н. В., Земляков О. Є. Органічна хімія. Львів : Бак, 2009. 996 с.

Інтернет-ресурси:

17. Домбровський А. В., Найдан В. М. Органічна хімія. К.: Вища школа, 1992. 503 с. URL: <https://ua1lib.org/book/2039699/21e7f5>
18. Ластухін Ю. О., Воронов С. А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2009. 868 с. URL: https://www.studmed.ru/lastuhin-yuo-voronov-sa-organchna-hmya-pdruchnik-dlya-vischih-navchalnih-zakladv_4549c3f4e38.html
19. Ластухін Ю. О. Хімія природних органічних сполук. Львів : Інтелект-захід, 2004. 557 с. URL: <https://www.studmed.ru/lastuhn-yuo-hmya-prirodnih-organchnihspolu3b9f3150a7a.html>
20. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie*. / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>
21. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»). URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnal/>
22. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry. Французько-Український хімічний журнал* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
23. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>

24. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
25. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
26. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02432d22007581b2da072>
27. Науковий журнал категорії Б. *Проблеми хімії та сталого розвитку* / Волинський національний університет імені Лесі Українки. URL: <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry/homepage>
28. Науковий журнал категорії Б. *Ukrainian Chemistry Journal. Український хімічний журнал* / Національна академія наук України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка). URL: <https://ucj.org.ua/index.php/journal/archives>
29. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas>
30. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
31. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
32. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
33. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
34. Looka. URL: <https://looka.com/>
35. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне / письмове опитування, електронне тестування на платформі KSU.online, контрольні роботи;

умінь – лабораторні роботи, практичні завдання, розрахункові задачі;

практичної орієнтації – кейс-проекти, кейс-аналіз, аналітичні огляди;

комунікативних навичок та критичного мислення – презентації, доповіді та дискусії.

МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Програма розроблена

Близнюком Валерієм Миколайовичем, професором, доктором хімічних наук
Попович Тетяною Анатоліївною, доценткою, кандидаткою технічних наук

ВСТУП

Програма вивчення обов'язкової освітньої компоненти «Методологія та організація наукових досліджень» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти є методологія наукових досліджень і методів проведення досліджень хімічного спрямування на основі загальнонаукових та емпіричних наукових прийомів.

Міждисциплінарні зв'язки: курс «Методологія та організація наукових досліджень» базується на знаннях хімічних дисциплін (загальної, неорганічної, аналітичної хімії, фізико-хімічних методів дослідження), математики в обсязі вузівських програм відповідних дисциплін другого (магістерського) рівня вищої освіти, а також дотичний до питань таких освітніх компонент магістерської освітньої програми, як «Філософія та методологія науки», «Хімічний аналіз об'єктів навколишнього середовища», «Методологія органічного синтезу», «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях», «Сучасні інструментальні методи аналізу» та до інших міжгалузевих проблем хімічних, технічних та екологічних наук.

1. Мета та завдання освітньої компоненти

1.1. Метою викладання освітньої компоненти «Методологія та організація наукових досліджень» є формування у здобувачів системи знань і навичок з проведення наукових хімічних досліджень та оприлюднення і презентування їх для науковій спільноті.

1.2. Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «Методологія та організація наукових досліджень» є:

Теоретичні:

1. Формування комплексу знань щодо методології наукового пізнання та основних методів наукового дослідження.
2. Формування знань стосовно принципів організації науки в Україні та світовий досвід організації наукової діяльності.
3. Формування уявлень про основи інтелектуальної власності, етику та академічну доброчесність при проведенні наукових досліджень.
4. Формування у здобувачів знань стосовно основних принципів організації наукових досліджень в хімії; методики пошуку, накопичення та обробки наукової інформації.
5. Формування у здобувачів знань про загальні вимоги щодо підготовки, оформлення і захисту випускних робіт; оприлюднення та презентації наукових результатів.

Практичні:

1. Формування у здобувачів вмінь та навичок вибору й обґрунтуванню теми і методу дослідження; визначення мети та завдань досліду; відбору та аналізу інформації за темою; формування та визначення наукового апарату для дослідження; розробки схеми та складання плану проведення експериментів.
2. Формування у здобувачів вмінь та практичних навичок щодо узагальнення і аналізу експериментальних даних, виявленню залежності між ними за допомогою засобів

математичної обробки; логічному формулюванню висновків, що витікають з результатів дослідження.

3. Вміння прогнозувати екологічну цінність та за можливістю розраховувати економічну ефективність результатів науково-дослідної роботи.
4. Формування навичок щодо написання і оформлення наукових статей, випускних робіт, вміння презентувати результати досліджень з хімії.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК 11. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК 5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 6. Знати методологію та організації наукового дослідження.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

Р 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.

Р 12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.

2. Інформаційний обсяг освітньої компоненти

Змістовий модуль 1. Основи методології наукових досліджень.

Наука як система знань.

Поняття та сутність науки. Історія та основні етапи розвитку науки: наука античного світу, фундаменталізація науки, створення наукових шкіл.

Основні характеристики (предметність, об'єктивність) та ознаки науки (систематизоване знання, наукова проблема, практична значущість результатів). Мета науки, завдання, цілі та функції. Роль науки в сучасному суспільстві. Класифікація науки: фундаментальні та прикладні.

Наукова діяльність в Україні.

Цілі, завдання та принципи організації наукової діяльності в Україні. Законодавча база організації наукової діяльності в Україні. Пріоритетні напрями прикладних наукових досліджень в Україні.

Державна система організації та управління науковими дослідженнями. Наукові організації та заклади України: НАН України, державні галузеві академії наук, відомчі галузеві академії наук, заклади вищої освіти, громадські наукові організації, наукові товариства, наукові школи.

Підготовка наукових та науково-педагогічних кадрів. Суб'єкти наукової діяльності. Види наукової діяльності: науково-технічна, науково-педагогічна, науково-організаційна, науково-інформаційна.

Науково-технічний потенціал України: інноваційний і науковий. Складові науково-технічного потенціалу. Основні проблеми науково-технічного потенціалу України.

Світовий досвід організації наукової діяльності.

Методологія наукових досліджень.

Наукове дослідження, як форма існування й розвитку науки. Сутність та відмінні ознаки наукового дослідження. Мета наукового дослідження та його етапи: емпіричний (спостереження, експеримент) і теоретичний.

Види наукового дослідження: за цільовим призначенням; зв'язком із суспільним виробництвом; ступенем важливості для економіки; джерелом фінансування; строками розробки.

Методологія наукових досліджень, як сукупність методів, способів, прийомів і їх певна послідовність прийнята при розробці наукового дослідження (схема, план, філософська основа рішення конкретної наукової задачі). Принципи методології наукових досліджень та рівні методологічного аналізу.

Методи наукового дослідження. Методи емпіричного дослідження (спостереження, вимірювання, експеримент, порівняння, описання, статистика) та теоретичного рівня дослідження (аналіз, синтез, індукція, дедукція, абстагування, конкретизація, узагальнення, аналогія, ідеалізація, формалізація, моделювання).

Логіка, технологія та категоріальний апарат наукового дослідження.

Логіка наукового дослідження як послідовність реалізації основних форм наукового пізнання. Основні форми наукового пізнання: факт, проблема, гіпотеза, доказ, концепція, теорія.

Технологія наукового дослідження: тема дослідження, гіпотеза дослідження; мета, завдання, об'єкт і предмет дослідження; наукові дослідження - теоретичні і прикладні; звіту про науково-дослідну роботу.

Змістовий модуль 2. Виконання, оформлення та процедура захисту

кваліфікаційних робіт.

Загальні вимоги до виконання кваліфікаційних робіт.

Кваліфікаційна робота, як один із видів самостійної науково-дослідної роботи студентів. Основні структурні частини кваліфікаційної роботи: титульний аркуш, зміст, позначення і скорочення, вступ, основна частина, висновки, список використаних джерел, додатки.

Зміст понять категоріального апарату наукового дослідження: тема роботи; актуальність дослідження; гіпотеза дослідження; об'єкт, предмет, мета, завдання дослідження; наукова новизна; теоретична та практична значущість.

Методи хімічного наукового дослідження: спостереження, вимірювання, експеримент, аналіз, синтез. Види хімічного аналізу: якісний і кількісний (хімічні, фізико-хімічні і фізичні методи). Синтез, як метод для одержання неорганічних та органічних сполук.

Оцінки ризиків, пов'язаних із впливом небезпечних хімічних речовин.

Статистична обробка результатів експерименту.

Основи математичної статистики, основні поняття і висначення. Точність вимірювання. Похибки вимірювання: систематичні, випадкові і грубі. Розподіл Стюдента.

Прецизійність, як характеристика випадкової помилки. Повторюваність або збіжність і відтворюваність. Достовірність і точність вимірювань. Середнє арифметичне значення випадкової величини. Середня квадратична похибка середнього арифметичного. Статистичну достовірність середнього значення вимірювання.

Таблиці як спосіб представлення експериментальних даних. Графічний спосіб зображення даних. Графіки і діаграми.

Інформаційне забезпечення науково-дослідної роботи.

Документальні джерела інформації. Види документів. Письмові документи: неопубліковані (дисертації, автореферати) і опубліковані (книжкове видання, журнальне видання, газетне видання, буклет, монографії, матеріали конференцій тощо). Нормативні акти.

Інформаційно-пошукові ресурси мережі Інтернет. Основні сервіси Інтернету на сьогоднішній день: Всесвітня павутина (World Wide Web, WWW); електронна пошта (e-mail); файлові архіви FTP; пошукова система Google; Штучний Інтелект (ШІ) (ChatGPT) тощо.

Правила оформлення бібліографічного опису у списку використаних джерел з урахуванням Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015.

Іноземна мова як засіб спілкування в науковому середовищі та можливості для кар'єрного росту.

Інтеграція штучного інтелекту в освітній та науковий простір.

Активна інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у наукові дослідження та кваліфікаційні роботи магістрів Херсонського державного університету.

Відповідність впровадження ШІ цілям Стратегії розвитку ХДУ на 2023–2027 роки.

Роль ШІ як інтелектуального помічника в освітньому процесі. Підтримка структурування текстів, генерації ідей, пошуку релевантної інформації.

Формування тематики досліджень, узагальнення матеріалів, створення візуалізацій. Допомога у побудові проміжних етапів дослідницького процесу.

Збереження пріоритету самостійного аналітичного мислення студента.

Необхідність критичної оцінки згенерованої інформації та перевірки її достовірності.

Відповідальність здобувачів за формування навичок етичного, безпечного та ефективного застосування ШІ.

Забезпечення балансу між технологічною підтримкою та академічною доброчесністю.

Наукова стаття як вид наукової публікації.

Результати наукових досліджень: наукові реферати; наукові доповіді (повідомлення) на

конференціях, наукові статті, магістерські роботи тощо.

Вимоги до наукової статті. Назва статті, як точний і лаконічний вираз суті предмету дослідження. Універсальна десяткова класифікація статті (УДК) відповідно до назви.

План статті та її основний текст: вступ; експериментальна частина; отримані результати; обговорення результатів; висновки; література (список використаних джерел).

Термінологія. Мова статті. Анотації до статей українською та англійською мовами.

Основи інтелектуальної власності.

Наукові винаходи і раціоналізаторство. Відкриття і винаходи.

Патенти та авторські свідоцтва: структура, правила оформлення та подання заявки на отримання патенту на інтелектуальну власність; здійснення патентного пошуку.

Етика наукових досліджень. Академічна доброчесність при проведенні наукових досліджень.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Бірта Г. О., Бургу Ю. Г. Методологія і організація наукових досліджень : навч. посіб. К. : «Центр учбової літератури», 2014. 142 с.
URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Burhu_Yurii/Metodolohiia_i_orhanizatsiia_naukovykh_do_slidzhen.pdf
2. Гончарук Т. В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. / за заг. ред. Т. В. Гончарук. Тернопіль, 2014. 272 с.
URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/4874/3/%D0%9F%D0%9E%D0%A1%D0%86%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%9A%20%D0%9E%D0%9D%D0%94%20%D0%B4%D1%80%D1%83%D0%BA.pdf>
3. Данильян О. Г., Дзьобань О. П. Методологія наукових досліджень : підручник. Харків : Право, 2019. 368 с. URL: https://library.nlu.edu.ua/POLN_TEXT/SENMK/OMND.pdf
4. Железняк І. О., Косенко В. В. Основи наукових досліджень : науково-допоміжний бібліографічний покажчик / Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка / за ред. В. В. Косенко. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2014. 284 с. URL: https://library.sspu.edu.ua/biblioteka/bibliografichni_pokazhchyky/2014/1_g.pdf
5. Загальні політики використання штучного інтелекту в навчанні, викладанні й дослідженнях у Херсонському державному університеті : Наказ від 20.06.2023 №281-Д. ХДУ : Івано-Франківськ, 2023. 18 с. URL: <https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx?id=00653012-555c-46b2-bb64-05ba9bf26773>
6. Іщенко О. В. Статистичні методи у хімії : підруч. для студ. хім. спец. вищ. навч. закл.. Донецьк : Вид-во ДонНУ, 2012. 504 с. URL: https://physchem.knu.ua/materials/Gl_1-3.pdf
7. Речицький О. Н., Попович Т. А., Решнова С. Ф., Вишнеvsька Л. В. Виконання, оформлення та процедура захисту кваліфікаційних і курсових робіт : методичні вказівки для здобувачів першого (бакалаврського) і другого (магістерського) рівнів вищої освіти спеціальності 102 Хімія галузі знань 10 Природничі науки та спеціальності 014 Середня освіта галузі знань 01 Освіта/Педагогіка. Херсон : ФОП Вишемирський В.С., 2022. 226 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/17177>

Додаткові:

8. Rosenberger, V. Kaadan, E. Yehezkel, V. Ioffe Compatibility of HPLC method with HPLC instrument: a case study. 34th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques «HPLC 2009». 2009, 28 June-2 July, Dresden, Germany. 2009. P. 306-310.

9. Cloud technologies for basics of artificial intelligence study in school. Valko, N.V., Goncharenko, T.L., Kushnir, N.O., Osadchyi, V.V. CEUR Workshop Proceedings, 2022, 3085, pp. 170–183. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3085/paper31.pdf>
10. Верба І. І., Коваль В. О. Основи інтелектуальної власності : навч. посіб. / за ред. С. В. Чікін. 2-ге вид., перероб. і доп. К. : НТУУ «КПІ», 2013. 262 с. URL: https://fel.kpi.ua/fel/data/news/Osnovy_intelektual_vl.pdf
11. Ковальчук В. В., Моїсєєв Л. М. Основи наукових досліджень : навч. посіб. 2-ге вид., доп. і перероб. К. : Видавничий дім „Професіонал”, 2005. 208 с. URL: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Kovalchuk_2005_240.pdf
12. Корягін М. В., Чік М. Ю. Основи наукових досліджень : навч. посіб. 2-ге вид., доп. і перероб. К. : Алерта, 2019. 543 с.
13. Крушельницька О. В. Методологія і організація наукових досліджень : навч. посіб. К. : Кондор, 2003. 192 с. URL: https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Biofizyky/2014/kryshelnytska_metod_org_nayk_dosl.pdf
14. Мар'єнко М., Коваленко В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. Фізико-математична освіта. Том 38. №1 (2023). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/734475/1/2023-381marienkokovalenko.pdf>
15. Медвідь В. Ю., Данько Ю. І., Коблянська І. І. Методологія та організація наукових досліджень (у структурно-логічних схемах і таблицях) : навч. посіб. Суми : СНАУ, 2020. 220 с. URL: https://agro.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/20201113_100711.pdf
16. Мілохов Д. С., Хиля О. В., Іщенко В. В. Техніка безпеки при роботі в хімічній лабораторії : навч. посіб. для студентів хімічного факультету. К. : ВПЦ «Київський університет», 2022. 317 с. URL: https://orgchem.knu.ua/image/textbooks/safety_laboratory_methods.pdf
17. Основи методології та організації наукових досліджень : навч. посіб. / за ред. А. Є. Конверського. К. : Центр учбової літератури, 2010. 352 с. URL: https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Biofizyky/2014/konversky_osn_metod_ta_org_nayk_dosl.pdf
18. Основи наукових досліджень : навч. посіб. / Марцин В. С. та ін. Л. : Ромус-Поліграф, 2002. 128 с. URL : <http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/osNaukDos.pdf>
19. Петрів О. Штучний інтелект та авторське право. URL: <https://cedem.org.ua/analytics/shtuchnyi-intelekt-avtorske-pravo/>
20. Романчиков В. І. Основи наукових досліджень : навч. посіб. К. : Центр учбової літератури, 2007. 254 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Romanchikov_Volodymyr/Osnovy_naukovykh_doslidzhen.pdf
21. Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні/ за заг.ред Шевченко А.І. URL: https://jai.in.ua/archive/2023/ai_mono.pdf
22. Тушева В. В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Харків : «Федорко», 2014. 408 с. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a1eb793d-1a0b-4dbb-b865-64cee8ed1e7a/content>
23. Цехмістрова Г. С. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2004. 240 с. URL: <https://www.imath.kiev.ua/~golub/ref/tsekhmistrova.pdf>
24. Юринець В. Є. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 178 с. URL: http://ism-lnu.podia.com.ua/wp-content/vidannia/pidr/metod_nauk_dosl.pdf

Інтернет-джерела:

25. J. N. Hahladakis, C. A. Velis, R. Weber, E. Iacovidou, P. Purnell An overview of chemical additives present in plastics: migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *Journal of Hazardous Materials*. 2018, V. 344 (2018). P. 179-199 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438941730763X>
26. V. Ioffe, T. Kalendarev, I. Rubinstein, G. Zupkovitz Revers phase HPLC for polar lipids. Simple and selective HPLC procedures for analysis of phospholipid-based derivated of valproic acid and various non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2002, V. 30 (2002). P. 391-403. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0731708502002200>
27. V. Ioffe Analytical scientist in pharmaceutical company: My thirty years in analytical R&D, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2021. V. 205 (2021) P. 1-18. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34474229/>
28. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* (Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
29. Науковий журнал категорії А. *Методи та об'єкти хімічного аналізу* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://www.moca.net.ua/>
30. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет». URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnalu/>
31. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
32. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
33. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <https://ntsh-chem.github.io/ua/archive.html>
34. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas/arhiv-vypuskiv>
35. Про вищу освіту : Закон України. *Відом. Верхов. Ради України*. 2014. №37-38. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>
36. Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні : Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2024-%D0%BF#Text>
37. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
38. Тулайдан В. Основи наукових досліджень [Електронний ресурс] : навч. посіб. Ужгород, 2017. 105 с. URL: <https://ksu24.kspu.edu/s/bSnhV>
39. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
40. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
41. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
42. Looka. URL: <https://looka.com/>
43. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

44. ChatGPT Complete Guide: Learn Midjourney, ChatGPT 4 & More
<https://ua.udemy.com/course/complete-ai-guide/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне опитування, електронне тестування на платформі KSU.online;

умінь – практичні завдання; моделювання ситуацій;

практичної орієнтації – кейс-аналіз;

комунікативних навичок та критичного мислення – наукові есе, презентації, дискусії.

НАНОХІМІЯ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ

Програма розроблена:

Близнюком Валерієм Миколайовичем, професором, доктором хімічних наук
Попович Тетяною Анатоліївною, доценткою, кандидаткою технічних наук

ВСТУП

Програма вивчення обов'язкової освітньої компоненти «Нанохімія та нанотехнології» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти «Нанохімія та нанотехнології» є теоретичні основи нанохімії та нанотехнології, методів одержання наночастинок та наноматеріалів, питання практичного їх застосування.

Міждисциплінарні зв'язки: курс «Нанохімія та нанотехнологія» базується на знаннях загальної, неорганічної, органічної, фізичної, аналітичної хімії, хімії високомолекулярних сполук, фізико-хімічних та фізичних методів дослідження та ідентифікації речовин, математики та фізики в обсязі вузівських програм відповідних дисциплін і тісно пов'язана з науковими напрямками в сфері біології, медицини, фармації, екології тощо.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання освітньої компоненти «Нанохімія та нанотехнології» є формування у майбутнього спеціаліста компетенцій, пов'язаних із розумінням ролі сучасної нанохімії та нанотехнології у формуванні нової парадигми науки, розширення та вдосконалення її можливостей у вирішенні сучасних ключових технологічних проблем промисловості, екології та якості життя. В ході вивчення даної освітньої компоненти здобувач повинен на основі знань загальних принципів хімії нанорозмірного стану речовини та можливостей нанотехнологій навчитися визначати місце таких систем та технологій у загальному алгоритмі вирішення проблем, що виникають у суспільстві і пов'язаних з контролем хімічного складу природних і промислових неорганічних, органічних та біологічних об'єктів.

1.2. Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «Нанохімія та нанотехнології» є

Теоретичні:

1. Формування у студентів знань з теоретичних основ нанохімії і нанотехнології, розуміння можливостей застосування здобутків нанотехнологій в різних наукових і виробничих сферах для їх майбутньої професійної діяльності.

2. Розуміння сутності різноманітних методів одержання наночастинок і наноматеріалів та областей їх застосування.

3. Формування у студентів цілісної науково-дослідницької картини стосовно методів дослідження нанорозмірних об'єктів, апаратури та техніки їх виконання.

4. Формування розуміння потенційних можливостей, переваг та ризиків при застосуванні здобутків нанотехнологій в різних галузях виробництва та побутовій сфері.

5. Ознайомлення з досягненнями нанохімії та нанотехнологій в Україні та інших країнах.

Практичні:

1. Упорядкування та аналіз першоджерел при використанні інформаційно-комунікаційні технології стосовно інформації про дослідження властивостей, методи добування різноманітних нанооб'єктів, їх практичного застосування.

2. Прогнозування властивостей нанооб'єктів, виходячи з особливостей їх будови та структурної організації.

3. На основі знань загальних принципів хімії нанорозмірного стану речовини та можливостей нанотехнологій навчитися визначати місце таких систем та технологій у загальному алгоритмі вирішення комплексних проблем, що виникають у суспільстві і пов'язаних з питаннями виробництва нової якісної продукції в медичній, фармацевтичній галузі, охороною навколишнього середовища.

4. Набуття практичного досвіду щодо синтезу наночастинок хімічними методами та дослідження фізико-хімічних параметрів нанорозмірних об'єктів.

5. Розуміння принципів роботи сучасного апаратурного обладнання під час проведення наукових досліджень у нанохімії.

6. Знання і виконання правил техніки безпеки при роботі в хімічних лабораторіях для запобігання ризиків у професійній діяльності.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності (ФК):

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 6. Знати методологію та організації наукового дослідження.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

Р 12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.

2. Інформаційний обсяг освітньої компоненти

Змістовий модуль 1. Основи нанохімії.

Вступ до нанохімії та нанотехнології.

Основні поняття та визначення. Етапи розвитку нанохімії. Загальні відомості про наночастинки. Нанонаука и нанохімія, її роль в розвитку науки. Класифікації наносистем: нуль-, одно-, дво- та тривимірні структури. Об'єкти нанохімії: нанокластери, наноплівки, нанонитки, нанотрубки и нанопористі матеріали. Квантові точки. Наноматеріали, наноструктури і нанотехнології – історія, сучасний стан і перспективи. Класифікація наноматеріалів за стандартами ISO.

Методи синтезу наночастинок.

Методи синтезу наночастинок: фізичний і хімічний; диспергаційний («зверху вниз») і конденсаційний («знизу вверх»); спеціальні методи. Хімічні методи: синтез методом хімічного відновлення, «золь-гель» метод, кріохімічний метод, метод термічного розкладання чи відновлення комплексів металів у контрольованих умовах, електрокорозійний метод, високотемпературний синтез (плазмохімічний синтез, лазерна абляція). Спеціальні методи: одержання наночастинок у плазмі електричної дуги, отримання наночастинок при опроміненні лазером, ударно-хвильовий синтез, механічний та механо-хімічний методи подрібнення із застосуванням високоефективних кульових млинів та ін.

Методи дослідження нанооб'єктів.

Методи електронної мікроскопії, зондової мікроскопії, рентгенографії, дифракції нейтронів, рентгенофлюоресцентної спектроскопії, мас-спектрометрії, електронно-оптичні методи та ін.

Застосування електронної мікроскопії та скануючої зондової мікроскопії. Створення першого електронного мікроскопу (Е.Руска і М.Кнолл), принцип роботи та його можливості. Види електронних мікроскопів: просвічуючі та скануючі (растрові) електронні мікроскопи. Скануючий тунельний мікроскоп (СТМ), атомно-силовий мікроскоп (АСМ): принцип роботи та їх можливості в дослідженні структури нанооб'єктів.

Властивості нанооб'єктів.

Розмірний ефект. Причини розмірних ефектів Розмірно-залежні властивості: температура плавлення, електропровідність, забарвлення; хімічна активність і каталітична селективність; оптичні властивості; квантові ефекти (люмінісценція).

Схильність до самоорганізації наночастинок. Приклади самоорганізації систем: кільця Лізегангу; ефект Марангоні; реакція Білоусова-Жаботинського; осередки Бенара, процеси кристалізації, процеси побудови ліпідних мембран в живій клітині, процеси утворення подвійної спіралі ДНК.

Супрамолекулярна хімія.

Загальні положення супрамолекулярної хімії. Супрамолекули. Типи супрамолекулярних взаємодій. Основні класи супрамолекулярних сполук: дендримери, кавітанди, криптанди, каліксарени, комплекси «гість-господар», ротаксани, катенани, клатрати. Фононне скло, електронний кристал. Область застосування супрамолекулярних сполук.

Змістовий модуль 2. Наноматеріали і нанотехнології.

Нові матеріали.

Фулерени, нанотрубки та графен як функціональні наповнювачі в композитах, адсорбентах, джерелах струму тощо.

Полімерні й металеві нанокомпозити: властивості та застосування.

Нанопорошки оксидів металів (ZnO, TiO₂, CeO₂ тощо) як фотокаталізатори, пігменти, біоциди.

Наноматеріали для енергетики: фотоелектричні елементи, паливні комірки, зберігання водню.

Напівпровідникові нанокристали (квантові точки): властивості та застосування в дисплеях і біомаркуванні.

Наноструктуровані магнітні матеріали та нанокаталізатори.

Мета-матеріали та топологічні ізолятори, як новітні наноструктури з унікальними електромагнітними й квантовими властивостями і як приклад міждисциплінарного підходу в нанотехнологіях.

Перспективні напрямки застосування нанотехнологій.

Нанофотоніка і плазмоніка: контроль світла на наноуровні, SPR-сенсори, оптоелектроніка, біофотоніка.

Гнучка електроніка і нанодрук: наночорнила, прозорі електроди, гнучкі сенсори, носимі електронні пристрої.

3D та 4D друк наноматеріалів: створення динамічних структур зі змінними властивостями.

Нанотехнології у біомедицині: наночастинки для доставки ліків, CRISPR-системи, нановакцини, онкотерапія.

Біонанотехнології: ліпідні наноструктури, нанозонди, біосенсори.

Екологічні нанотехнології: очищення води й повітря за допомогою наноструктур, фотокаталітичні процеси.

Наноекотоксикологія: безпечність наноматеріалів, оцінка ризиків для довкілля та здоров'я.

Нанотехнології в сільському господарстві: нанодобрива, нанопестициди, контрольоване вивільнення речовин.

Нанотехнології в енергетиці: зберігання енергії, суперконденсатори, перетворення сонячної енергії.

Авіація, космонавтика і машинобудування: легкі нанокомпозити, термостійкі покриття, сенсорні системи.

Нанотехнології в лакофарбовій і текстильній промисловості: антибактеріальні, супергідрофобні, електропровідні покриття.

Інформаційні технології: нанотранзистори, елементи пам'яті, оптичні комунікації.

Сучасні методи дослідження наноматеріалів.

Електронна мікроскопія: сканувальна електронна мікроскопія (SEM), просвічувальна електронна мікроскопія (TEM).

Зондова мікроскопія: сканувальна тунельна мікроскопія, атомно-силовий мікроскоп (AFM).

Кріоелектронна мікроскопія (Cryo-EM): застосування в біології, фармації, наноструктурному аналізі.

Рентгеноструктурний аналіз, дифракція, мас-спектрометрія, спектроскопічні методи.

Застосування штучного інтелекту для моделювання, передбачення властивостей та оптимізації синтезу наноматеріалів.

Гуманітарний аспект нанотехнологій.

Соціальні наслідки масового впровадження нанотехнологій.

Етичні питання (nanomedicine, приватність, безпека).

Роль стандартів і регулювання (ISO, REACH, OECD).

Стан розвитку нанотехнологій в Україні та світі.

Нанофутурологія: сценарії майбутнього, потенціал нових проривів.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Бейлін М. В. Нанотехнологія, як прорив у постнекласичній науці. Харків : Оберіг, 2014. 478 с.
2. Біофункціоналізація наноматеріалів і нанокомпозитів / П.П. Горбик та ін. К : Наукова думка, 2011. 294 с.
3. Волков С., Ковальчук Є, Огенко В., Решетняк О. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали : монографія. Київ : Наукова думка, 2008. 423 с.
4. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктур : навч. посібн. Львів : Львівська політехніка, 2009. 581 с.
5. Кунтий О. І. Електрохімія та морфологія дисперсних металів : монографія. Львів : Львівська політехніка, 2008. 208 с.
6. Нанонаука, нанобіологія, нанофармація : монографія / І. С. Чекман та ін. К. : Поліграф плюс, 2012. 328 с.
7. Пилипчук Л. Л., Близнюк В. М. Наноматеріали в хімії та фармації : навч.-метод. посіб. для студентів закладів вищої освіти. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 168 с.
8. Терещенко К. В., Огенко В. М. Нанохімія та нанотехнології : навч. посіб. Київ : Компрінт, 2020. 145 с.
9. Хартманн У. Чарівність нанотехнології. М. : БіНОМ. Лабораторія знань, 2008. 173 с.
10. Хорошилова Т. І., Хромишев В. О., Рябов С. В., Хромишева О. О. Нанохімія : підруч. для студ. хім. фак. пед. ун-в. Мелітополь : Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. 206 с.

Додаткові:

11. Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science / Edited by M.C. Roco, W.S. Bainbridge. *Kluwer Academic Publishers*. Dordrecht, The Netherlands 2003. 482 p.
12. Коваленко І. В., Лисін В. І., Андрійко О. О. Нанохімія і нанотехнології : навч. посіб. для студ. напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» НТУУ «КПІ». Київ : НТУУ «КПІ», 2014. 63 с.
13. Мазуренко Р. В., Гуня Г. М., Махно С. М., Горбик П. П. Електрофізичні властивості полімерних композитів на основі високодисперсного оксиду алюмінію,

- модифікованого йодидом міді. *Хімія, фізика та технологія поверхні*. 2013. Т. 4. № 4. С. 391-396. URL: <https://www.cpts.com.ua/index.php/cpts/article/view/247/244>
14. Рябініна Г. О., Іванищук С. М. Практикум з фізичної та колоїдної хімії. Херсон : Грінв Д.С., 2015. 98 с.

Інтернет-джерела:

15. Teli M. K., Mutalik S., Rajanikant G.K. Nanotechnology and nanomedicine: going small means aiming big. *Curr Pham Des*. 2010. Vol. 16, № 16. P. 1882-1892.
16. Англomовний журнал «Nanotechnology». URL: <https://iopscience.iop.org/journal/0957-4484>
17. Англomовний журнал “Nano Letters” американської хімічної спільноти в галузі нанохімії та нанотехнологій. URL: <https://pubs.acs.org/journal/nalefd>
18. Донцова Т. А., Літинська М. І., Феденко Ю. М. Нанохімія і наноматеріали : підруч. для здоб. ступ. докт. філософії за спец. 161 «Хімічні технології та інженерія». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 170 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/44787/1/Nanokhimia_nanomaterialy.pdf
19. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>
20. Науковий журнал категорії А. *Наносистеми, Наноматеріали, нанотехнології*. Національна академія наук України, Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова. URL: <https://www.imp.kiev.ua/nanosys/ua/index.html>
21. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie*. / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>
22. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»). URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnalu/>
23. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry*. *Французько-Український хімічний журнал* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
24. Науковий журнал категорії А. *Functional materials*. *Функціональні матеріали* / НАН України, Державна наукова установа «Науково-технологічний комплекс “Інститут монокристалів” НАН України». URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e37847426a2d0ab74f>
25. Науковий журнал категорії Б. *Chemistry, Physics and Technology of Surface*. *Хімія, фізика та технологія поверхні* / Національна академія наук України, Інститут хімії поверхні ім. О.О.Чуйка НАН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e37847426a2d0ab757>
26. Сайт американського журналу «Proceedings of National Academy Sciences USA (PNAS)» (статті щодо дендримерів, нанохімію та супрамолекулярну хімію). URL: <https://www.pnas.org/>
27. Сайт журналу “Chemical Communications”, який належить Королівській хімічній спільноті Великобританії (The Royal Society of Chemistry – RSC) (повідомлення стосовно нанохімії і наноматеріалів). URL: <https://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/cc#!recentarticles&adv>
28. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського) рівня вищої освіти : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>

29. Розенфельд Л. Г., Москаленко В. Ф., Чекман І. С., Мовчан Б. О. Нанотехнології, наномедицина: перспективи наукових досліджень та впровадження їх результатів у медичну практику. *Український медичний часопис*. 2008. Вип. 5 (67). С.63-68. URL: https://api.umj.com.ua/wp/wp-content/uploads/archive/67/pdf/1341_ukr.pdf
30. Чекман І. С. Нанонаука в Україні: до проблеми дослідження (історичний аспект і сучасні проблеми). *Український журнал сучасних проблем токсикології*. 2011. № 1. С. 16-21. URL: <http://protox.medved.kiev.ua/index.php/ua/categories/problems-articles/item/105-to-a-problem-of-nanotechnology-research-in-ukraine-historical-aspect-and-modern-problems>
31. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
32. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
33. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
34. Looka. URL: <https://looka.com/>
35. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне опитування, електронне тестування на платформі KSU.online; контрольні роботи;

умінь – практичні завдання, розрахункові задачі;

практичної орієнтації – аналітичні огляди наукових статей;

комунікативних навичок та критичного мислення – наукові есе, презентації, доповіді та дискусії.

СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

Програма розроблена

Попович Тетяною Анатоліївною, доценткою, кандидаткою технічних наук

ВСТУП

Програма вивчення обов'язкової освітньої компоненти «Сучасні інструментальні методи аналізу» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти є сучасні фізичні та фізико-хімічні методи аналізу.

Міждисциплінарні зв'язки: курс «Сучасні інструментальні методи аналізу» ґрунтується на знаннях з неорганічної і органічної хімії, аналітичної і фізичної хімії, вищої математики, вміннями до планування і організації експеримента проведення статистичної обробки результатів аналізу з курсу методології та організації наукових досліджень.

Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Сучасні інструментальні методи аналізу» є теоретичне розуміння та практика відбору і застосування сучасних фізичних і фізико-хімічних методів дослідження для аналізу різноманітних хімічних об'єктів, що дозволить більш ґрунтовно здійснювати інтерпретацію різноманітних результатів в хімії.

1.2. **Основними завданнями** вивчення навчальної дисципліни «Сучасні інструментальні методи аналізу» є:

Теоретичні:

1. Характеризувати сутність, особливості, класифікацію і сфери використання методів інструментального аналізу для розуміння їх застосування в майбутній професійній діяльності.

2. Порівнювати особливості апаратурного оформлення спектроскопічних, електрохімічних та хроматографічних методів дослідження та вимог до техніки виконання аналізів.

3. Оцінювати можливості найбільш перспективних і ефективних методів дослідження хімічних об'єктів, таких як, ЯМР-, ПМР-спектроскопія, мас-спектроскопія, високоефективна рідинна хроматографія, хімічні сенсорні системи, ряд гібридних інструментальних методів.

Практичні:

1. Упорядковувати та аналізувати наукову інформацію стосовно методів хімічного аналізу, зокрема інструментальних методів дослідження.

2. Визначати і обирати найбільш ефективні методи аналізу для дослідження хімічних об'єктів і розв'язання задач і проблем, що стоять перед хіміком-дослідником.

3. Аргументувати вибір методу аналізу відповідно до задач, що стоять перед хіміком з урахуванням природи досліджуваної речовини, апаратурного оформлення та можливостей інструментальних методів.

4. Оцінювати результати проведених досліджень інструментальними методами із залученням методів статистичної обробки даних.

5. Самостійно планувати і організовувати експеримент, фіксувати, аналізувати і відтворювати дані експериментальної роботи.

6. Узагальнювати результати проведених досліджень по визначенню складу хімічних сполук методами інструментального аналізу, робити висновки та презентувати результати досліджень.

7. Виконувати правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії для запобігання ризиків у професійній діяльності.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК 12. Здатність працювати автономно.

ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 6. Знати методологію та організації наукового дослідження.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

Р 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.

Р 12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.

1. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Спектроскопічні методи аналізу.

Основи інструментальних методів аналізу.

Сутність фізико-хімічних і фізичних методів аналізу. Аналітичний сигнал і аналітичний об'єкт в інструментальних методах аналізу. Класифікація інструментальних методів на фізико-хімічні: оптичні (спекроскопічні), електрохімічні, хроматографічні та фізичні: окремі спектроскопічні (ЯМР, ПМР), спектральні (атомно-абсорбційний, атомно-емісійний аналіз), радіометричні, мас-спектрометричні, ядерно-фізичні. Особливості інструментальних методів, їх переваги і недоліки. Сучасні гібридні методи («хромато-фотометрія», «хромато-мас-спектрометрія»).

Етапи підготовки речовини для аналізу інструментальним методом. Вибір та вимоги до методу аналізу, метрологічні характеристики вимірювань: точність; правильність; відтворюваність; похибки вимірювань (систематичні і випадкові); специфічність; селективність; чутливість; діапазон вимірювань.

Практичне використання інструментальних методів аналізу на виробництвах і в наукових дослідженнях.

Спектроскопічні методи аналізу. Атомно-абсорбційна спектроскопія.

Фізичні методи аналізу хімічних об'єктів. Спектри випромінювання. Типи емісійних спектрів. Джерела збудження.

Атомно-абсорбційний аналіз. Основи методу, закон Ламберта-Бугера-Бера, основні характеристики, обладнання (атомно-абсорбційний спектрометр), переваги і недоліки методу, застосування методу атомно-абсорбційного аналізу.

Атомно-емісійний аналіз. Емісійна фотометрія полум'я. Сутність методу, джерела атомізації і збудження, прилади, застосування.

Атомно-флуоресцентний метод. Основні поняття та визначення. Сутність методу, джерела атомізації, переваги методу та його застосування.

Спектроскопічні методи аналізу. Молекулярно-абсорбційна спектроскопія.

Оптична спектроскопія: спектрометрія видимого (колориметрія, фотоколориметрія, спектрофотометрія) та УФ-спектру. Основи методу, його характеристики. Прилади. Застосування методів.

Інфрачервона та раманівська спектроскопія, характеристика методу, обладнання, застосування.

Аналітична мас-спектрометрія, сутність методу, його основні характеристики, прилади, застосування.

Мікрохвильова спектроскопія. Сутність методу, основні характеристики, застосування.

Спектроскопія комбінаційного розсіювання світла. Основи методів, апаратура спектроскопії комбінаційного розсіювання, особливості застосування.

Окремі спектральні методи аналізу.

Спектроскопія ЯМР. Спектроскопія ПМР.

Основи методів, обладнання, особливості застосування.

Змістовий модуль 2. Електрохімічні методи аналізу.

Кондуктометрія.

Сутність електрохімічних методів аналізу та їх особливості. Класифікація електрохімічних методів аналізу.

Основні закони, що використовуються в кондуктометричному методі. Сутність методу, основні поняття та визначення: електропровідність, питома і еквівалентна електропровідність. Пряма кондуктометрія та низькочастотне і високочастотне кондуктометричне титрування. Криві титрування «електрична провідність – об'єм титраната». Титрування з використанням реакцій осадження, комплексоутворення і окисно-відновних реакцій. Кондуктометр. Апаратура і техніка виконання аналізу. Застосування методу.

Потенціометрія.

Теоретичні основи методу. Основні терміни і визначення. Індикаторний електрод та електрод порівняння. Електрорушійна сила елементу. Залежність електродного потенціалу від концентрації йонів, що визначаються. Стрибок потенціалу. Пряма потенціометрія. Визначення концентрації за методом градувального графіка та методом добавок. Потенціометричне титрування. способи визначення кінцевої точки потенціометричного титрування. Апаратура та техніка виконання аналізу. Компенсаційний та некомпенсаційні способи визначення потенціалу. Практичне використання потенціометрії.

Полярографія і амперометрія.

Основи полярографічного методу. Концентраційна поляризація. Дифузійний струм. Полярограма. Апаратура і техніка виконання полярографічного аналізу. Застосування методу.

Амперометричне титрування. Сутність методу, основні поняття, переваги методу. Криві амперометричного титрування. Апаратура і техніка виконання амперометричного титрування. Застосування методу.

Кулонометрія.

Теоретичні основи кулонометричного аналізу. Пряма кулонометрія і кулонометричне титрування. Способи фіксації завершення електрохімічної реакції: метод кольорових індикаторів; потенціометричний спосіб. Пряма кулонометрія і кулонометричне титрування. Апаратура і техніка виконання кулонометричного титрування. Застосування методу.

Хімічні та біологічні сенсорні системи.

Основні поняття та визначення. Класифікація сенсорів: фізичні, хімічні і біосенсори. Електрохімічні сенсори. Фотометричні сенсори. П'єзоелектричні сенсори.

Хімічні сенсорні системи, їх характеристика та вимоги до них. Типи хімічних сенсорів: електрохімічні, оптичні, термічні, калориметричні сенсори, багатоканальні сенсори (сенсорні набори). Напрямки створення і розвитку хімічних сенсорів.

Біосенсори. Біологічні сенсори для клінічної діагностики, фармацевтичного та біотехнологічного виробництва, харчової промисловості.

Змістовий модуль 3. Хроматографічні методи аналізу.

Вступ в хроматографію.

Історичні аспекти відкриття хроматографії. Досліди М.С. Цвета.

Основні поняття та визначення в хроматографії. Суть і особливості хроматографічних методів аналізу. Рухома (РФ) і нерухома фаза (НФ). Елюент і елюат. Сорбент і сорбат. Міжфазова взаємодія. Коефіцієнт розподілу речовини між фазами. Модель «теоретичних тарілок». Хроматограми. Схема хроматографічного процесу. Пошук нових областей застосування хроматографії. Основні завдання, що вирішуються за допомогою хроматографії.

Класифікація хроматографічних методів розділення за трьома основними критеріями: а) агрегатним станом рухомої і нерухомої фаз (газова і рідинна хроматографії); б) механізмом розділення (адсорбційна, абсорбційна, йонний обмін, осаджувальна, окисно-відновна, комплексоутворювальна, проникнення молекул через структуру гелю); в) технікою проведення процесу розділення (апаратне оформлення) (колонкова, капілярна, площинна (паперова, тонкошарова)); а також: г) способом пересування рухомої фази вздовж нерухомої (фронтальна, елюентна і витискувальна); д) метою, з якою проводять аналізи; е) ефективністю хроматографічного розділення.

Газова хроматографія (ГХ).

Газо-твердофазна (ГТФ) або газо-адсорбційна хроматографія (РФ – газ, НФ – твердий сорбент) і газо-рідинна (ГРХ) або газо-абсорбційна хроматографія (РФ – газ, НФ – рідина на твердій підложці) хроматографія. Механізми взаємодії між фазами – сорбційний (адсорбційний і абсорбційний).

Види газової хроматографії за механізмом розділення компонентів суміші: ГТФ – адсорбційна хроматографія; ГРХ – розподільна хроматографія. Механізми сорбції, види адсорбентів.

Види газової хроматографії за технікою проведення процесів розділення компонентів суміші: для ГТФ, адсорбційної хроматографії – колонкова хроматографія і площинна (паперова, тонкошарова); для ГРХ, розподільної хроматографії – колонкова, капілярна, площинна (паперова, тонкошарова). Сутність процесів, апаратурне оформлення, техніка виконання дослідження.

Рідинна хроматографія (РХ).

Рідинно-твердофазна хроматографія (РТФ) (РФ – рідина, НФ – тверда речовина) і рідинно-рідинна хроматографія (РРХ) (РФ – рідина, НФ – рідина на твердій підложці)

Види рідинної хроматографії за механізмом розділення компонентів суміші: РТФ – адсорбційна, йоннообмінна, осаджувальна, окисно-відновна, адсорбційно-комплексуюча хроматографія; РРХ – розподільна хроматографія.

Види рідинної хроматографії за технікою проведення процесів розділення компонентів суміші: РТФ, адсорбційної хроматографії – колонкова хроматографія і площинна (паперова, тонкошарова); РТФ, йоннообмінна – колонкова хроматографія; РТФ, осаджувальна, окисно-відновна, адсорбційно-комплексуюча хроматографія – колонкова хроматографія; РРХ, розподільна хроматографія – колонкова, капілярна і площинна (паперова, тонкошарова) хроматографія.

Високоєфективна рідинна хроматографія (ВЕРХ)

Сутність високоєфективної рідинної хроматографії, її особливості і відмінність від класичної рідинної хроматографії. Області застосування. Механізми розділення в ВЕРХ: адсорбційний, йонний обмінний і ексклюзивні механізми розділення.

Обладнання для ВЕРХ та схема проведення аналізу. Типи детекторів: диференціальний рефрактометр, кондуктометричний, спектрометричний, флуоресцентний детектори.

Адсорбційна ВЕРХ: види сорбентів, речовини рухомої фази, сполуки, що розділяються.

Розподільна ВЕРХ: види сорбентів, речовини рухомої фази, сполуки, що розділяються.

Іонна ВЕРХ: види сорбентів, речовини рухомої фази, сполуки, що розділяються.

Ексклюзивна ВЕРХ: види сорбентів, речовини рухомої фази, сполуки, що розділяються.

Переваги ВЕРХ над іншими методами хроматографії.

Гель-хроматографія.

Сутність методу, механізм розділення компонентів суміші між рухомою і нерухомою фазами. Гель-хроматографічні системи: гель-фільтраційна і гель-проникаюча хроматографія. Гідрофільні і гідрофобні сорбенти. Області застосування гель-хроматографії.

Надкритична флюїдна хроматографія.

Основи надкритичної флюїдної хроматографії. Особливості хімічних речовин, що можуть розділятися методом флюїдної хроматографії. Рухома фаза – надкритичний флюїд. Критична температура для газоподібних речовин. Основні параметри флюїда в найкритичній точці. Нерухома фаза в флюїдній хроматографії. Області застосування надкритичної флюїдної хроматографії.

Афінна хроматографія.

Основні терміни та визначення. Вимоги до твердої фази-носія, що зв'язаний з іммобілізованим лігандом. Механізми взаємодії біополімер-ліганд: електростатичні сили, гідрофобна взаємодія, сили Ван-дер-Ваальса, водневі зв'язки. Найважливіші характеристики до матриці та ліганду в афінній хроматографії. Матеріали, що використовують для матриці. Найбільш поширені ліганди в афінній хроматографії. Напрямки і можливості застосування афінної хроматографії.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Белих І. А. Клещев М. Ф. Біологічні та хімічні сенсорні системи : навч. посіб. Харків : НТУ «ХПІ», 2011. 144 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/79662766.pdf>
2. Зуб В. Я., Амірханов В. М. Інфрачервонна та електронна спектроскопія неорганічних і координаційних сполук. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2012. 271 с.
3. Лампека Р. Д. Основи спектроскопії ЯМР та його використання при вивченні хімічних сполук. Динамічна спектроскопія ЯМР. К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2002, 47 с.
4. Мінаєва В. О. Хроматографічний аналіз : підруч. для студ. вищ. навч. закл. Черкаси : Вид. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. 284 с. URL: http://eprints.cdu.edu.ua/215/1/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B73.05.2013.pdf
5. Неділько С. А., Дзязько О. Г., Зеленько М. А. Термічні методи аналізу : навч.-метод. посіб. К. : Вид-во Київський університет. 2012. 64 с.
6. Речицький О. Н. Навчально-методичні рекомендації до лабораторних занять з фізико-хімічних методів аналізу : метод. вказ. до лаб. практ. для студ. спец. Хімія. Херсон : ХДУ, 2004. 36 с.
7. Смик Н. І. Електрохімічні методи аналізу. Задачі та запитання для самостійної підготовки : навч. посіб. К. : ВПЦ «Київський університет», 2020 176 с. URL: <https://anchem.knu.ua/books/conductometry-lab-work.pdf>
8. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Рябініна Г. О. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Херсон : Олді-плюс, 2012. 208 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/321>
9. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Яковленко Б. В., Попович Т. А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу : навч.-метод. посіб. Херсон : Атлант, 2013. 404 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/320>
10. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Іванищук С. М., Повстяний М. В. Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Херсон : Олді-плюс, 2017. 516 с. URL: <https://knushop.com.ua/image/catalog/oldi202305/pdf/350.pdf>
11. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студ. хім. та фарм. спец. закл. вищ. освіти. 2-ге вид, доп. та пер. Херсон : Олді-плюс, 2020. 304 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/10717>
12. Чмиленко Ф. О., Гуртова О. В. Посібник до вивчення курсу «Сучасні інструментальні методи аналізу». Д. : РВВ ДНУ, 2015. 24 с. URL: http://repository.dnu.dp.ua:1100/upload/ce7b9703dc194f3beec14e64fd2eae62Suchasni-Instrum_2015.pdf

Додаткові:

13. Авторські програми кафедри органічної та біологічної хімії / Колектив авторів. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2018. 180 с. URL: http://ekhsuir.kspu.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/7659/%D0%9C%D0%90%D0%9A%D0%95%D0%A2_%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B0%D0%B2%D1%82%20%D0%BF%D1%80%D0%

[BE%D0%B3%D1%80%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%BD%20%D0%BD%D0%B0%2005%2003%2018.pdf?sequence=2](https://www.researchgate.net/publication/274969218_Theoretical_Model_for_Nano_crystallite_Size_Dependent_Gas_Sensitivity_Enhancement_in_Nanocrystalline_Tin_Oxide_Sensor)

14. Івашина Г. О., Шепель А. Ю. Посібник з курсу фізичної та колоїдної хімії. Херсон : Айлант, 2004. 98 с.
15. Зінчук В. К., Левицька Г. Д., Дубенська Л. О. Фізико-хімічні методи аналізу. Львів : Видавничий центр ЛНУ, 2008. 362 с.
16. Мраморнов Б. С., Малишев В. В. Електрохімічні методи аналізу: опорний конспект лекцій. К. : Університет «Україна», 2010. 76 с.
17. Волощук А. Г., Воробець М. М. Електрохімічні методи аналізу : метод. реком. до лаб. робіт. Чернівці : Рута, 2010. 64 с.
18. Калініченко А. О., Арсеньєва Л. Ю. Мас-чутливий сенсорний масив та метод регресії на латентні структури для експрес визначення для загальної кількості мікроорганізмів ковбас. *Наук. вісник Ужгод. ун-ту (Серія Хімія)*. 2019, № 1(41). С. 68-74.
URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/32016/1/%e2%84%9642%20c.%2068-75.pdf>
19. Лобур М., Матвійків О., Файтас О. Методи спектроскопії та обробки даних спектрального аналізу. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*. 2011, №711, С.3-9. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/jul/13595/1metodispektroskopiyitaobrobkadanih.pdf>
20. Олексенко Л. П., Максимович Н. П., Матушко І. П., Федоренко Г. В. Газові сенсори та застосування наноматеріалів у сенсоріці : навч. посіб. К. : ВПЦ «Київський університет», 2019. 143 с.
URL: https://physchem.knu.ua/posibniki/Oleksenko_sensor%20posibnik_2019.pdf
21. Речицький О. Н., Решнова С.Ф., Попович Т. А. Збірник завдань з органічної, біологічної, аналітичної та фармацевтичної хімії для самостійної студентів : практикум для студ. закл. вищ. освіти спец. 226 Фармація, промислова фармація денної та заочної форми навчання. Херсон : Вид-во ФОП Вишнимирський В.С., 2020 132 с.
22. Волощук А. Г., Моргун О. В. Потенціометрія : метод. реком. до лаб. роб. зі спецпрактикуму. Чернівці : Рута, 2005. 38 с.
23. Практикум з аналітичної хімії. Інструментальні методи аналізу. [для студ. вищ. навч. закл.] / Я. І. Студеняк та ін. Ужгород, 2014. 129 с. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/8877>
24. Shukla S., Seal S. Theoretical model for nanocrystallite size dependent gas sensitivity enhancement in tin oxide sensor. *Sensor Letters*. 2004. № 2(1). P 73-77.
URL: https://www.researchgate.net/publication/274969218_Theoretical_Model_for_Nano_crystallite_Size_Dependent_Gas_Sensitivity_Enhancement_in_Nanocrystalline_Tin_Oxide_Sensor

Інтернет-джерела:

25. Спасьонова Л. М., Тобілко В. Ю., Пилипенко І. В. Інструментальні методи хімічного аналізу [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спец. 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 69 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42132/1/Instrument_metody.pdf
26. Leslie S. Ettre Chapters in the Evolution of Chromatography. *Imperial College Press*. 2008. 467 p.

27. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>
28. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie*. Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>
29. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»). URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnal/>
30. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry*. Французько-Український хімічний журнал / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
31. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine)*. *Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
32. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
33. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
34. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02432d22007581b2da072>
35. Науковий журнал категорії Б. *Проблеми хімії та сталого розвитку* / Волинський національний університет імені Лесі Українки. URL: <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry/homepage>
36. Науковий журнал категорії Б. *Ukrainian Chemistry Journal*. *Український хімічний журнал* / Національна академія наук України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка). URL: <https://ucj.org.ua/index.php/journal/archives>
37. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas>
38. Коваль В. М. Фізичні основи сенсорики. Конспект лекцій : навч. посіб. для студ. спец. 153 «Мікро- та наносистемна техніка». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 130 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42035/1/Koval-V_Osnovy-sensoryky_posibnyk_konspekt.pdf
39. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
40. Циганок Л.П., Бубель Т. О., Вишнікін А. Б., Вашкевич О. Ю. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу : навч. посіб. / за ред. проф. Л. П. Циганок. Дніпропетровськ : ДНУ ім. О. Гончара, 2014. 252 с. URL: http://library.dnu.dp.ua/Metodichki/analit_chimija.pdf
41. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
42. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>

43. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>

44. Looka. URL: <https://looka.com/>

45. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне опитування, електронне тестування на платформі KSU.online;

умінь – практичні завдання, розрахункові задачі;

практичної орієнтації – кейс-проекти;

комунікативних навичок та критичного мислення – наукові есе, презентації, доповіді та дискусії.

ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Програма розроблена

Попович Тетяною Анатоліївною, доценткою, кандидаткою технічних наук

ВСТУП

Програма вивчення обов'язкової освітньої компоненти «Хімічний аналіз об'єктів навколишнього середовища» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності Е2 Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти «Хімічний аналіз об'єктів навколишнього середовища» є поглиблення теоретичних знань щодо хімічного складу природних вод суші, стічних вод, ґрунтів та атмосферного повітря, основних екотоксикантів, методів і способів очищення природних об'єктів від поллютантів та практики застосування хімічного аналізу для визначення хімічних інгредієнтів в об'єктах навколишнього середовища.

Міждисциплінарні зв'язки: курс освітньої компоненти «Хімічний аналіз об'єктів навколишнього середовища» спирається на такі фундаментальні дисципліни, як неорганічна, органічна та аналітична хімія при вивченні складу та умов формування природних вод, ґрунтів та атмосферного повітря; тісно пов'язаний з екологічними знаннями при розгляданні питань запобігання забруднення природних вод, їх очищення та захисту ґрунтів від поллютантів; при вивченні механізмів очистки природних вод курс спирається на знання, що студенти отримують з фізичної і колоїдної хімії та курсу «Фізико-хімічні методи дослідження»; при вивченні технологічних схем та обладнання для очищення курс тісно пов'язаний із основами хімічної технології; статистична обробка результатів аналізу базується на знаннях вищої математики і методології та організації наукових досліджень.

1. Мета та завдання освітньої компоненти

1.1. Метою викладання освітньої компоненти «Хімічний аналіз об'єктів навколишнього середовища» є формування у здобувачів професійно-орієнтованих компетентностей щодо набуття ними системи теоретичних знань з хімічного складу і властивостей об'єктів природного середовища, сучасних методів їх очищення від забруднювачів, а також вміння та навички проведення професійного аналітичного контролю об'єктів природного середовища для вирішення проблем забруднення довкілля.

1.2. Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «Хімічний аналіз природних вод та ґрунтів» є

Теоретичні:

1. Формування цілісної науково-аналітичної картини про хімічний склад об'єктів навколишнього середовища, причини і шляхи їх забруднення.

2. Формування знань щодо вимог до пробовідбору та пробопідготовки, про основні хімічні та фізико-хімічні методи аналізу виявлення хімічних компонентів в пробах води, ґрунту та повітря.

3. Формування знань про гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин в об'єктах навколишнього середовища, про державні та міжнародні стандарти контролю якості природних вод, ґрунтів, атмосферного повітря.

4. Формування знань про екологічні проблеми України і світу та напрямки для їх вирішення.

5. Формування у здобувачів знань стосовно основних принципів організації наукових досліджень в хімії на прикладі аналітичних досліджень хімічного складу об'єктів навколишнього середовища; методики пошуку, накопичення та обробки наукової інформації.

Практичні:

1. Прогнозування і вибір ефективних і оптимальних методів аналізу, етапів пробовідбору і пробопідготовки зразків об'єктів навколишнього середовища відповідно до їх кількісного вмісту, властивостей і заважаючого впливу інших компонентів.

2. Формування вмінь стосовно планування, організації і проведення експерименту з визначення вмісту хімічних інгредієнтів в пробах води, ґрунту, повітря.

3. Вміння проводити розрахункові обчислення задач аналітично-екологічного циклу.

4. Формування у здобувачів на основі теоретичних знань практичні вміння та навички пошуку та роботи з нормативно-технічною документацією щодо методів аналізу та контролю якості об'єктів природного середовища.

5. Здійснення аналізу і відбору методів очищення стічних вод, ґрунтів і повітря на основі знань про фізико-хімічних властивості забруднювачів, їх можливі шляхи перетворення в навколишньому середовищі, а також переваг і недоліків кожного з можливих методів очищення.

6. Аналізувати результати проведених аналітичних досліджень об'єктів навколишнього середовища на основі статистичної обробки одержаних даних, прогнозування на їх основі впливу різних антропогенних факторів на стан природних вод, ґрунтів та повітря та готовність до розроблення рекомендацій щодо зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище.

7. Вміння презентувати отримані результати досліджень хімічного аналізу об'єктів навколишнього середовища.

8. Виконання правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК 12. Здатність працювати автономно.

ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 6. Знати методологію та організації наукового дослідження.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

Р 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.

Р 12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.

2. Інформаційний обсяг освітньої компоненти

Змістовий модуль 1. Хімічний склад об'єктів навколишнього середовища та методи очищення стічних вод, ґрунтів та виробничих газів.

Хімічний склад поверхневих вод суші, ґрунтів, атмосферного повітря.

Хімічний склад поверхневих вод суші.

Розчинні гази – O_2 , CO_2 , H_2S ; головні йони, біогенні елементи, мікроелементи органічні речовини; основні властивості (рН, окисно-відновний потенціал). Залежність «склад-властивості» природних вод.

Нормативні показники якості поверхневих вод. Вимоги до якості питної води.

Хімічний склад та фізико-хімічні властивості ґрунтів.

Механічний (гранулометричний) склад ґрунту. Роль мікроорганізмів у ґрунті. Загальні фізичні властивості ґрунту. Фізико-механічні властивості ґрунту. Стан і форми води в ґрунтах. Елементний і фазовий склад ґрунтів. Фізико-хімічні властивості ґрунту. Перетворення сполук Нітрогену, Фосфору і Сульфуру в ґрунті. Кислотність, лужність і солоність ґрунтів. Кислотно-основна буферна здатність ґрунтів. Засоленість ґрунтів.

Нормативна оцінка якості ґрунтів. Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин для ґрунтів.

Загальна характеристика атмосферного повітря.

Основні газові компоненти повітря. Хімічний склад та загальні властивості атмосферного повітря. Хімічний склад компонентів атмосфери природного та антропогенного походження. Вимивання як природний механізм очищення атмосферного повітря. Вертикальна гетерогенність атмосфери: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера.

Атмосферні опади. Хімічний склад, основні властивості атмосферних опадів. Хімічні компоненти в складі атмосферних опадів (гази – O_2 , CO_2 , H_2S , CH_4 , головні йони, біогенні елементи, мікроелементи органічні речовини), дрібнодисперсні частинки пилу різної хімічної

природи, основні властивості (рН, окисно-відновний потенціал). Залежність «склад атмосферних опадів – властивості».

Екологічні проблеми забруднення поверхневих вод, ґрунтів та атмосферного повітря.

Основні екологічні проблеми України і світу та шляхи їх вирішення.

Основні джерела *забруднення водних об'єктів*: промислові і комунальні стічні води, сільськогосподарські стоки. Загальна характеристика складу і властивостей стічних вод. Основні забруднювачі водних об'єктів в залежності від галузі виробництва.

Основні шляхи *забруднення ґрунтів*: вітром атмосфери, атмосферними опадами, добрива та пестициди, ґрунтові води. ГДК хімічних елементів для ґрунтів України. Гранично допустимі концентрації (ГДК) металевих елементів, пестицидів та інших забруднюючих речовин. Нормування вмісту забрудників в ґрунті. Біологічне забруднення. Джерела заруднення. Саоочищення ґрунту. Санітарно-бактеріологічний аналіз ґрунту.

Джерела та рівні *забруднення атмосферного повітря*. Основні забруднювачі атмосфери в залежності від галузі виробництва: паливна та добувна промисловість; електроенергетика; металургійний та машинобудівний комплекси; хімічна промисловість; агропромисловий комплекс; транспорт. Допустимі санітарні норми інгредієнтів-забруднювачів атмосферного повітря. Нормування домішок атмосфери. Екологічні проблеми забруднення атмосфери: кислотні дощі, руйнування озонового шару (озоносфери), фотохімічний смог, парникові гази і глобальне потепління.

Загальна характеристика методів очищення стічних вод, ґрунтів і газів, що надходять в атмосферу.

Методи очищення стічних вод.

Теоретичні основи колоїдно-дисперсного підходу до процесів очистки стічних вод. Класифікація та загальна характеристика методів очистки стічних вод. Загальна схема методів очистки стічних вод. Недоліки та переваги різних методів.

Механічні методи очистки стічних вод. Проціжування, подрібнення, відстоювання і фільтрування. Очищення від грубодисперсних сполук. Видалення спливаючих домішок. Відокремлення плаваючих частинок під дією відцентрових сил.

Термічні методи очистки стічних вод на хімічних підприємствах (концентрування, термоокиснення органічних речовин, вогневий метод).

Хімічні методи очистки стічних вод. Методи окислення, нейтралізації, відновлення, коагуляції, флокуляції. Сутність методів, хімізм. Видалення йонів важких металів. Очищення від сполук Арсену. Очищення від сполук Феруму.

Фізико-хімічні методи очистки стічних вод.

Сутність та особливості методів. Флотація. Сорбція. Екстракція. Йонний обмін. Електрохімічні методи (електроосмос, електродіаліз, електрокоагуляція).

Біологічні методи очистки стічних вод (біофільтри, біологічні ставки, аеротенки). Сутність та особливості методів. Закономірності розпаду органічних речовин. Вплив різних факторів на біохімічне окиснення. Очищення в природних умовах. Очищення в штучних спорудах. Анаеробні методи. Утилізація осаду.

Сучасні високоефективні методи очищення стічних вод.

Методи очищення ґрунтів.

Фізичні (електрохімічні і електрокінетичні). Сутність методу, його переваги і недоліки.

Хімічні (промивка). Сутність методу, його переваги і недоліки.

Біологічні (фітоекстракція, фіторе mediaція). Сутність методу, його переваги і недоліки.

Самоочищення ґрунту. Санітарна охорона ґрунту, як комплекс заходів для покращення якості ґрунту.

Законодавчі та адміністративні заходи; планувальні заходи; технологічні заходи.

Методи очищення виробничих газів.

Механічні методи очищення повітря: сухе та мокре пиловловлювання. Пилове забруднення атмосфери. Пил у атмосферному повітрі. Основні властивості пилу. Потенційна небезпека пилу. Сухі способи: пиловловлювачі та фільтри (механізми осадження), електрофільтри (електроосадження). Мокрі способи: пиловловлювачі мокрі, газопромивачі відцентрової дії (адгезивні механізми). Рекуперація пилу. Використання пилу як цільового продукту. Повернення пилу у виробництво.

Фізико-хімічні методи очищення газів: абсорбційні, адсорбційні. Загальна характеристика методів. Абсорбційні методи: абсорбери, поглинаючі суспензії, хімізм процесу. Очищення газів абсорбційним способом від SO_2 , оксидів Нітрогену, Хлору та його сполук, оксидів Карбону.

Адсорбційні способи. Види адсорбентів для очищення газів. Адсорбтив. Адсорбат. Адсорбери: з нерухомим шаром адсорбенту, з рухомим шаром адсорбенту та з киплячим шаром. Застосування на нафто- і газопереробних заводах, очищення від сульфурвмісних сполук.

Термічна нейтралізація (пряме та каталітичне спалювання в полум'ї, термічне окиснення). Загальна характеристика методів. Очищення відпрацьованих газів від SO_2 , карбон(II) оксиду і оксидів Нітрогену каталітичним окисненням до карбон(IV) оксиду і азоту.

Біологічна очистка виробничих газів. Сутність методу. Застосування біоочистки для знешкодження газів, що містять органічні розчинники; газів нафтової та хімічної промисловості; для очищення повітря в парфумерно-косметичній галузі, на фармацевтичному, тютюновому виробництві; знешкодження неприємних органічних запахів на харчових підприємствах (м'ясокомбінатах, фабриках по виробництву ферментів); для нейтралізації гідрогенсульфідних газів з каналізаційних систем.

Переваги і недоліки різних методів.

Змістовий модуль 2. Особливості аналізу об'єктів навколишнього середовища.

Пробовідбір та пробопідготовка проб об'єктів навколишнього середовища.

Основні етапи аналізу. Умови та особливості пробовідбіру і пробопідготовки. Основні принципи при пробовідборі та підготовці проб для аналізу об'єктів довкілля. Основні поняття: об'єкт аналізу; компоненти, що визначаються; аналітична проба або зразок. Вимоги до аналізуємої проби – представницька проба. Відбір проби як важлива стадія аналітичного процесу. Генеральна проба. Лабораторна проба: для попередніх досліджень, проба для аналізу, арбітражна проба.

Відбір проб газів. Основні критерії пробовідбору газуватих речовин. Аспіраційний спосіб відбору. Рідкі та тверді поглиначі, фільтруючі матеріали. Типи абсорбції при застосуванні рідких поглиначів: фізична абсорбція, хемосорбція. Вимоги до відбору проб речовин у газоподібному стані. Визначення агрегатного стану забруднюючого компонента в повітрі. Поняття леткості забруднюючої речовини і відносної леткості. Стандарти на відбір проб газів.

Пробопідготовка шляхом екстракції (десорбція: статистична і динамічна) для вилучення аналітичного концентрату з твердих сорбентів і фільтрів. Пробопідготовка проб повітря до аналізу методом газової хроматографії.

Відбір проб води. Види проб та способи відбору проб води (одноразовий, серійний). Критерії та принципи пробовідбору водних об'єктів. Посуд для пробовідбору. Консервація, транспортування та зберігання проб води. Основні консерванти проб води.

Пробопідготовка до аналізу: концентрування проб води (випарювання,

виморожування, екстракція, сорбція, співосадження); розведення (за допомогою дистильованої води або спеціальних розчинів); виділення визначуваного компонента (екстракція, сорбція, осадження, співосадження); маскування або розкладання заважаючого хімічного компонента (окисно-відновні реакції, комплексоутворення). Визначення хімічних компонентів у розчиненій, колоїдно-дисперсній та грубо-дисперсній (зависях) формах.

Відбір проб ґрунту.

Групи хімічних компонентів в ґрунтах для аналітичного визначення: 1) мінеральна частина, Карбон, Нітроген; 2) біологічно активні компоненти; 3) неорганічні та органічні токсичні речовини. Площа, глибина ділянки при відборі проби ґрунту для аналізу та його необхідна маса.

Пробопідготовка до аналізу: висушування проби ґрунту; мінералізація для вилучення домішок (суха або мокра); подрібнення; одержання середньої (квартирування) та лабораторної проби; розчинення; концентрування (екстракція, осадження, співосадження, сорбція). Особливості підготовки проби ґрунту для визначення мікроелементів: висушування, сплавлення з кислотами, розчинення, концентрування. Переваги мікрохвильового розкладання проб ґрунту для спектрального аналізу.

Особливості аналізу водних об'єктів, ґрунтів і повітря та основні методи аналізу.

Особливості аналізу проб ґрунту: визначення валового складу ґрунту; катіонообмінної ємності; сполук Нітрогену, Фосфору, Калію (доступних для рослин форм); мікроелементів; силікатів (за нерозчинною силікатною кислотою); полуторних оксидів (оксиди алюмінію, феруму, титану, а також фосфати алюмінію та феруму), аналіз водної витяжки та антропогенних забруднювачів.

Особливості аналізу проб води: фізичні показники (густина, температура, каламутність, прозорість, забарвленість, електропровідність тощо), хімічні показники (рН, розчинений кисень, твердість води, компоненти карбонатної системи тощо); специфічні хімічні компоненти (нафтопродукти, пестициди, СПАР, важкі метали тощо). Хімічний аналіз води біля водного об'єкта, консервація проб; хімічний аналіз проб води в лабораторних умовах; оцінювання результатів на основі нормативних документів або методик; інтерпретація результатів.

Особливості аналізу проб повітря: основні забруднювачі повітря (карбон(II) оксид, гідрогенсульфід, сполуки нітрогену, сульфур і флюору, вуглеводні, тверді частинки, фотохімічні окисники); інші забрудники (металеві елементи, поліциклічні ароматичні вуглеводні, карбон(IV) оксид, пестициди тощо).

Сутність хімічних, фізико-хімічних і хроматографічних методів аналізу.

Методи аналізу проб води.

Хімічні методи: гравіметричний (SO_2^- , нафтопродукти), титриметричний (O_2 , $\text{CO}_2(\text{H}_2\text{CO}_3)$, HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , SO_3^- , H_2S , Cl^- , NH_4^+ , Ca, Mg, $\text{N}_{\text{заг.}}$, ХСК тощо). Фізико-хімічні методи: фотометричні та спектрофотометричні (кольоровість, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , $\text{N}_{\text{заг.}}$, Cl^- , F, Cu, Co, Fe, Ni тощо); електрохімічні (рН, O_2 , Cl^- , F, I, NO_3^- , E_h , Cu, Zn, Cd, Pb, СПАР тощо). Хроматографічні (всі види): Na, K, NH_4^+ , Mg, Ca, Ni, Co, альдегіди, кетони, органічні кислоти, феноли, ароматичні сполуки, пестициди, СПАР тощо. Радіометричний метод: ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{238}U , ^{239}Pu .

Методи аналізу проб ґрунтів.

Хімічні методи: гравіметричний (гігроскопічна вода, мінеральний склад, SiO_2 , полуторні оксиди, карбонати, Mg), титриметричний (карбонати, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , $\text{C}_{\text{орг.}}$, $\text{N}_{\text{орг.}}$, ХСК, Fe, Mg, Ca тощо). Фізико-хімічні методи: фотометричні та спектрофотометричні (NO_2^- , NO_3^- , F, Al, Fe (II, III) тощо); атомно-абсорбційний (Cu, Ni, Zn, Hg, Pb, Cr); електрохімічні (рН, F, K, Ca, Pb, Cr(VI)). Хроматографічні методи: хлорорганічні сполуки, пестициди,

нафтопродукти тощо. Радіометричний метод: ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{238}U .

Методи аналізу проб повітря.

Фізико-хімічні методи: фотометричні та спектрофотометричні (CO , CS_2 , SO_2 , HCl , HNO_3 , AsH_3 , PH_3 , HCN , Al , Fe , Mg , пестициди, ароматичні сполуки, кетони, феноли тощо); фотометрія полум'я (Li , Cs , K); емісійна спектроскопія (Be); атомно-абсорбційний (Hg , Cd , Sr , Ni , Co , Cu , Pb); хемілюмінісцентний (озон); електрохімічні (HF , CS_2 , Cr(VI) , Pb , озон, ненасичені органічні сполуки тощо). Хроматографічні методи: CO , CO_2 , SO_2 , Cl_2 , CCl_4 , Be , Al , Cu , пестициди, тетраетилсвинець, альдегіди, кетони тощо. Радіометричний метод: ^{90}Sr , ^{137}Cs . Експрес-метод аналізу складу повітря.

Статистична обробка результатів аналізу.

Похибки вимірювання: систематичні, випадкові і грубі.

Виключення випадкових похибок вимірювання. Основні характеристики надійності результатів аналізу об'єктів навколишнього середовища: правильність аналізу (критерії правильності аналізу, його переваги та недоліки) і точність (відтворюваність).

Етапи статистичної обробки результатів дослідження для визначення точності аналізу: середнє арифметичне значення, середня квадратична похибка (стандартне відхилення), довірчий інтервал середнього значення (включає t-розподіл Стюдента і ймовірність результатів експерименту P).

Виключення грубих похибок вимірювання. Статистична достовірність середнього значення вимірювання Q, розмах варіювання отриманих даних R, достовірність результатів Q (P, n) при n-вимірювань з ймовірною точністю P.

Статистична обробка середніх результатів одноразових аналізів.

Таблиці як спосіб представлення експериментальних даних. Графічний спосіб зображення даних. Графіки і діаграми.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Богатиренко А. А., Чорний І. Б., Нестеровський В. А. Хімія Землі. К. : Кондор-Видавництво, 2018. 568 с.
2. Заграй Я. М. Хімія навколишнього середовища : конспект лекцій. К. : КНУБА, 2002. 98 с.
3. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник. К. : Вища школа, 2005. 671 с.
4. Зубик С. В. Техноекологія. Джерела забруднення та захист навколишнього середовища : навч. посіб. Львів : Оріана-Нова, 2007. 400 с.
5. Кичирук О. Ю., Шляніна А. В., Кусяк Н. В. Аналітична хімія : навч. посіб. Житомир : ЖДУ імені Івана Франка, ПП «Євро-Волинь», 2022. 240 с.
6. Костік В. В. Екологічна хімія : конспект лекцій. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2019. 127 с.
7. Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б. Аналітична хімія поверхневих вод. К. : Наукова думка, 2007. 456 с.
8. Фізико-хімічні основи очищення стічних вод : підручник / А.К. Запольський та ін. К. : Лібра, 2000. 552 с.
9. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р. Хімічний аналіз та оцінка якості природних вод : навч. посіб. Луцьк : Вежа-Друк, 2021. 76 с.
10. Чеботарьов О. М., Гузенко О. М., Снігур Д. В. Сучасні методи пробопідготовки речовин та матеріалів до аналізу : метод. вказ. для студ. третього

- (освітньонаукового) рівня (PhD) вищої освіти спеціальності 102 «Хімія». Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2020. 40 с.
11. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів : навч. посіб. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с.
 12. Шевряков М. В., Повстятний М. В., Яковленко Б. В., Попович Т. А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу : навч.-метод. посіб. Херсон : Атлант, 2013. 404 с.
 13. Шевряков М. В., Повстятний М. В., Рябініна Г. О. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Херсон : Олді-плюс, 2012. 208 с.
 14. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Іванищук С. М., Повстятний М. В. Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Херсон : Олді-плюс, 2017. 516 с.
 15. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студ. хіміч. та фарм. спец. закл. вищої освіти. 2-ге вид; доп. та перероб. Херсон : Олді-плюс, 2020. 304 с.
 16. Яновська Е. С. Хімія атмосфери : навч. посіб. для студ. хім. фак. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2004. 114 с.

Додаткові:

17. Möller D. Chemistry of the Climate System. *De Gruyter*. Berlin; Boston, 2014. 786 p.
URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/308/577/617-1?inline=1>
18. US Environmental Protection Agency. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. US EPA: Washington. DC. USA: 2012. 20 p.
19. ДСТУ ISO 5667-14:2005. Якість води. Відбирання проб. Частина 14. Настанови щодо забезпечення якості відбирання та оброблення проб природних вод.
20. ДСТУ ISO 5667-2: 2003. Якість води. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбору проб..
21. ДСТУ ISO 5667-3-2001. Якість води. Відбір проб. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами.
22. ДСТУ ISO 5667-4:2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 4. Настанови щодо відбирання проб з природних та штучних озер.
23. ДСТУ ISO 5667-6:2009. Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків.
24. Кирильчук А. А., Бонішко О. С. Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум : навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 354 с.
25. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. 622 с.
26. Моніторинг довкілля : підручник / В. М. Боголюбов, М. О. Клименко, В. Б. Мокін та ін. / за ред. В. М. Боголюбова. 2-ге вид., перероб. і доп. Вінниця : ВНТУ, 2010. 232 с.
27. Набіванець Б. Й, Сухан В. В., Калабіна Л. В. Аналітична хімія природного середовища : підручник. К. : Либідь, 1996. 304 с.
28. Резнікова Н. В. Глобальні екологічні проблеми в сучасному світі: екологічна детермінанта міжнародних економічних відносин. К. : Вістка, 2016. 216 с.
29. Саблій Л. А. Фізико-хімічне та біологічне очищення високонцентрованих стічних вод : монографія. Рівне : НУВГП, 2013. 291 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/1703/1/731661%20zah.pdf>
30. Слива Т. Ю., Петренко О. В., Слободяник М. С. Екологічні проблеми України : навч. посіб. для студ. хім. ф-ту спец. «Екологічна хімія». К. : ПЦ «Еволюція», 2011. 226 с.

31. Сухарев С. М., Чундал С. Ю., Сухарев О. Ю. Техноекоелогія та охорона навколишнього середовища : навч. пос. для студ. ВНЗ. Львів : Новий світ, 2008. 256 с.
32. Яновська Е., Савченко І., Вретік Л., Кичкирук О. Полімер-неорганічні нанокompозити на основі кремнеземів і природних мінералів України для очищення стічних вод від іонів токсичних металів : наукова монографія. К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2022. 360 с.

Інтернет-джерела:

33. Асоціація водоканалів України. URL: <https://ukrvodokanal.in.ua/>
34. Водний кодекс України : документ № 213/95-ВР від 18.12.2017 р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/Z950213>
35. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. : Наказ МОЗ України від 12.05.2010 р. №400 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
36. Збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» (26 червня 2020, Полтава). 190 с. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/academicdepartment/kafedra-ekologiyi-zbalansovanogo-pryrodokorystuvannya-ta-zahystu-dovkillya-zbirnyk2020cherven1-szhatyy.pdf>
37. Зуй М. Ф. Хімічний склад та аналіз основних компонентів ґрунтів : електронний ресурс . Київ, 2003. 26 с. URL: <https://anchem.knu.ua/books/zuy/soil.pdf>
38. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
39. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>
40. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 27. / за ред. А.М. Кравчук. К. : КНУБА, 2016. 451 с. URL: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/17/201627.pdf>
41. Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики : Директива 2000/60/ЄС від 23.10.2000 р. Європейського парламенту і Ради ЄС. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text
42. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України від 04.10.2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>
43. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
44. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 12.10.2018 р., документ № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
45. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення : Закон України від 01.05.2019 р., документ № 2918-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text>
46. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>

47. Якість ґрунту. Відбирання проб. ДСТУ 4287:2004. (Національний стандарт України. Наказ Держспоживстандарту України від 30 квітня 2004 р. № 86).
URL: <https://environmentallab.com.ua/wp-content/uploads/2021/12/dstu-4287-2004-yakist-gruntu.-vidbirannya-prob.pdf>
48. Якість повітря. Викиди стаціонарних джерел. Настанови з відбирання проб. ДСТУ 8812:2018 (Наказ Державного підприємства «Український науководослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 18 жовтня 2018 р. № 368) 2019–12–01
URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8812_2018.pdf
49. US Environmental Protection Agency. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. US EPA: Washington. DC. USA: 2012. 20 p.
50. Water news Europe. URL: <https://www.waternewseurope.com/>
51. Water Technology. URL: <https://www.water-technology.net/>
52. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
53. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
54. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
55. Looka. URL: <https://looka.com/>
56. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне, електронне тестування на платформі KSU.online;

умінь – практичні завдання, розрахункові задачі, моделювання ситуацій;

практичної орієнтації – кейс-аналіз;

комунікативних навичок та критичного мислення – наукові есе, доповіді та дискусії.

**СПЕЦІАЛЬНІСТЬ ЕЗ ХІМІЯ
(ВИБІРКОВІ ОСВІТНІ КОМПОНЕНТИ)**

АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

Програма розроблена

Попович Тетяною Анатоліївною, доценткою, кандидаткою технічних наук,
Сидоренко Олександром Вікторовичем, кандидатом фармацевтичних наук,
Басвим Олексієм Олександровичем, старшим викладачем, кандидатом фармацевтичних наук

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти «Аналіз лікарських засобів» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти є якісний та кількісний аналіз лікарських препаратів.

Міждисциплінарні зв'язки: загальна та неорганічна хімія, аналітична хімія, органічна хімія, фізична та колоїдна хімія, фізико-хімічні методи дослідження.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання освітньої компоненти «Аналіз лікарських засобів» є формування знань про методи аналізу лікарських препаратів та практика виконання аналізу.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Аналіз лікарських засобів» є:

Теоретичні:

1. Формування знань про Державну фармакопею України та нормативну документацію стосовно контролю якості лікарських засобів.
2. Формування знань про методи якісного аналізу, які використовуються при аналізі лікарських препаратів.
3. Формування знань про методи кількісного аналізу, які використовуються при аналізі лікарських препаратів.

Практичні:

1. Формування вмінь проводити аналіз лікарських засобів неорганічної природи.
2. Формування вмінь проводити аналіз лікарських засобів органічної природи.
3. Формування здатності вибирати методи дослідження для аналізу лікарських засобів.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності:

- ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетентності:

- ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.
- ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Сучасні методи аналізу та контролю якості лікарських препаратів.

Система забезпечення якості лікарських засобів.

Огляд сучасної моделі забезпечення якості лікарських засобів у світлі вимог ЄС та FDA (Food and Drug Administration – федерального регуляторного органу США).

Організаційна структура державної і міжнародної системи контролю якості: національний, регіональний, мікроекономічний рівні.

Нормативна база: Державна фармакопея України, Європейська фармакопея, USP (Фармакопея Сполучених Штатів Америки), ICH Q серія (Міжнародна рада з гармонізації технічних вимог до лікарських засобів для людини; це документи ICH, що регламентують якість (Q серія)

Концепція WHO «Quality Assurance of Medicines» (Забезпечення якості лікарських засобів за рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я). GXP (Належні фармацевтичні практики): GMP, GDP, GPP, GLP, GCP, GACP.

Проблема фальсифікованих та субстандартних препаратів: причини, джерела, шляхи виявлення.

Основи фармацевтичного та біофармацевтичного аналізу.

Особливості фармацевтичного аналізу: різноманітність форм, склад, концентраційний діапазон.

Основні та альтернативні методи контролю: фармакопейні, нефармакопейні.

Валідація аналітичних методик: підходи за ICH Q2(R2). Міжнародні вимоги до валідації аналітичних методів для контролю якості лікарських засобів (API, допоміжних речовин, готових форм).

Показники якості субстанцій: розчинність, ідентифікація, чистота, кількісний вміст.

Експрес-аналіз і портативна аналітика (mini-LC (міні-рідинна хроматографія), rapid UV (швидкий УФ-спектрофотометричний аналіз), Raman (Раманівська спектроскопія)).

Класичні хімічні методи аналізу.

Гравіметрія: вибір умов осадження, сучасна аналітична техніка.

Титриметрія: кислотно-основне титрування, редоксиметрія, осадження, комплексонометрія.

Аналіз у неводних середовищах: переваги і обмеження.

Осучаснення методів з використанням автоматизованих титраторів. Типи автоматизованих титраторів: рН-метричні титратори (кисотно-основні реакції); редокс-титратори (перманганатометрія, йодометрія тощо); осаджувальні (аргентометрія, комплексонометрія); кулонометричні системи (надточні мікрровизначення); фотометричні/термометричні титратори (фіксація змін кольору або температури).

Сучасні інструментальні методи.

Оптичні методи: УФ-Вид спектроскопія, ІЧ-аналіз, спектрофлуориметрія.

Електрохімічні методи: потенціометрія, кондуктометрія, кулонометрія, амперометрія.

Полярографія: застосування в контролі домішок.

Хроматографія: ВЕРХ, газова хроматографія, тонкошарова хроматографія.

Сучасні досягнення: HPLC-MS, UPLC, GC-MS, капілярна електрофорез.

Інтеграція з ІТ: лабораторна інформаційна система (LIMS), електронний аудит.

Актуальні напрями фармацевтичного аналізу.

Аналіз біофармацевтичних препаратів: пептиди, білки, моноклональні антитіла.

Нанопрепарати: специфіка, методи аналізу (DLS (динамічне розсіювання світла), електрофоретичне світлорозсіювання).

Аналіз фармацевтичних залишків у навколишньому середовищі (екофармакологія).

Фармакогеноміка та персоналізований аналіз лікарських засобів.

Мультимодальні методи: поєднання хроматографії з мас-спектрометрією.

Біологічні методи аналізу.

Біологічна стандартизація. Фармакологічна активність.

Аналіз *in vitro/in vivo*: клітинні моделі, мікробіологічне титрування.

Молекулярно-біологічні методи: ELISA (імуноферментний аналіз або ферментно-мічене імуноаналізування), PCR (полімеразна ланцюгова реакція) у фармацевтичному контролі.

Змістовий модуль 2. Аналіз лікарських засобів неорганічної та органічної природи.

Аналіз неорганічних лікарських речовин.

ЛЗ, що містять елементи VII–VIII груп періодичної системи хімічних елементів: йод, хлориди, сульфіді, сульфати.

Похідні I – V груп ПС: арсенати, нітрати, карбонати, алюмосилікати.

Аналіз мінеральних антацидів, протимікробних засобів, контрастних речовин.

Радіоактивні лікарські препарати: методи аналізу та безпека.

Аналіз органічних лікарських речовин.

Якісний аналіз органічних сполук. Визначення елементного складу: С, Н, О, N, S, галогени. Реакції на характеристичні групи: феноли, аміни, альдегіди, карбоксильні групи. Сучасні реактиви та мікротест-системи для ідентифікації.

Галогенопохідні, спирти, кислоти, естери: методи якісного та кількісного визначення.

Аналіз циклічних сполук, ароматичних похідних, сульфаніламідів.

Гетероциклічні сполуки: похідні фурану, піридину, імідазолу, бензімідазолу.

Препарати природного походження: алкалоїди, глікозиди, вітаміни, гормони.

Біоаналітичні методи для натуральних сполук.

Контроль якості в лабораторіях та на виробництві.

Алгоритм проведення аналізу: ідентифікація, контроль домішок, кількісне визначення.

Аналіз складних сумішей. Проблема сумісності компонентів у комбінованих препаратах.

Організація контролю якості: аптеки, заводські лабораторії, контрактні аналітичні організації.

Інструменти технічного контролю: відбори проб, валідація, управління ризиками.

Застосування статистичних методів у контролі якості (Chemometrics (хемометрія), PCA (метод головних компонент), ANOVA (аналіз дисперсії)).

Інноваційні та міждисциплінарні підходи в контролі якості лікарських препаратів.

Інтеграція IT і фармацевтики: аналітика даних (big data, machine learning, chemometrics), автоматизація аналізу (автоматизовані титранти, роботизовані системи пробопідготовки, інтелектуальні системи управління якістю), дистанційна валідація методик та контроль через цифрові платформи.

Біотехнологія і аналітична хімія: контроль рекомбінантних білків, вакцин.

Етичні аспекти фармацевтичного контролю: біоетика, прозорість досліджень. Принципи біоетики у фармацевтичних дослідженнях і контролі: відповідальність за безпеку пацієнта, прозорість досліджень, недопущення фальсифікацій.

Роль етики у прийнятті рішень щодо впровадження нових технологій і методів контролю.

2. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Фармацевтична хімія / П. О. Безуглий, І. С. Гриценко, І. В. Українець та ін. Вінниця : НОВА КНИГА, 2018. 552 с. URL: http://www.monada-khust.com.ua/wp-content/uploads/2018/02/bezuglij-farm_khimija-2008.pdf
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”. 2-ге вид. Харків : Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”, 2015. Т. 1. 1128 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”. 2-ге вид. Харків : Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”, 2014. Т. 2. 724 с.
4. Державна Фармакопея України: в 3 т. / Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”. 2-ге вид. Харків : Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”, 2014. Т. 3. 732 с.
5. Державна Фармакопея України / Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”. 2-ге вид. Доповнення 1. Харків : Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”, 2016. 360 с.
6. Державна Фармакопея України / Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”. 2-ге вид. Доповнення 2. Харків : Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”, 2018. 336 с.
7. Державна Фармакопея України / Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”. 2-ге вид. Доповнення 3. Харків : Державне підприємство “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”, 2018. 416 с.
8. Ніжник Г. П. Фармацевтична хімія. К. : Медицина, 2010. 352 с.
9. Аналіз лікарських препаратів : лабораторний практикум / О. Н. Речицький, С. Ф. Решнова, О. В. Сидоренко та ін. Херсон : ХДУ, 2017. 84 с.

10. Речицький О.Н., Решнова С.Ф., Попович Т.А. Збірник завдань для самостійної роботи студентів з органічної, біологічної, аналітичної та фармацевтичної хімії. Херсон : ФОП Вишемирський В.С., 2020. 132 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/7660>
11. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Іванишук С. М., Повстяной М. В. Аналітична хімія.
12. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин. Херсон : Олді-плюс, 2016. 516 с. URL: <https://knushop.com.ua/image/catalog/oldi202305/pdf/350.pdf>
13. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Органічна хімія в схемах : навч. посіб. Херсон : ХДУ, 2013. Ч. 2. 442 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/7683>
14. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Яковленко Б. В., Попович Т. А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу : навч.-метод. посіб. Херсон : Атлант, 2013. 404 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/320>

Додаткові:

15. Губський Ю. І. Біологічна хімія. Київ-Вінниця : Нова книга, 2009. 664 с.
16. Мороз А. С., Луцевич Д. Д., Яворська Л. П. Медична хімія. Вінниця : НОВА КНИГА, 2008. 776 с.
17. Нековаль І. В. Казанюк Т. В. Фармакологія. К. : Медицина, 2011. 520 с. URL: <http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/%D0%9D%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C.pdf>
18. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Органічна хімія. Херсон : ХДУ, 2014. т. 1. 438 с. т. 2. 442 с. т. 3. 274 с.
19. Сегеда А. С. Аналітична хімія. Якісний і кількісний аналіз. К. : ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2003. 312 с.
20. Сегеда А. С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз. К. : Либідь, 2002. 218 с.
21. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» вищих навчальних закладів / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідниченко, С. Ю. Крамаренко та ін. Вінниця : Нова Книга, 2012. 640 с.
22. Фармакологія / І. С. Чекман, Н. О. Горчакова, Л. І. Козак та ін. Вінниця : НОВА КНИГА, 2011. 84 с.
23. Чмиленко Ф. О., Гуртова О. В. Посібник до вивчення курсу «Сучасні інструментальні методи аналізу». Д. : РВВ ДНУ, 2015. 24 с.
24. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Рябініна Г. О. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.. Херсон : Олді-плюс, 2012. 208 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/321>
25. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студ. хім. та фарм. спец. закл. вищої освіти. 2-ге вид.; доп. та пер. Херсон : Олді-плюс, 2020. 304 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/10717>

Інтернет-джерела:

26. Випробування на граничний вміст домішок (презентації). URL: <https://www.slideshare.net/ssuserde54951/ss-80260619>
27. Вимоги до екстемпоральних лікарських засобів. URL: https://www.dls.gov.ua/for_subject/%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%B8-%D0%B4%D0%BE-%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8/
28. Департамент контролю якості лікарських засобів. URL: <https://www.dls.gov.ua/%D0%B4%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%>

- [B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8E-%D1%8F%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%8C/](https://quality.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F-7.pdf)
29. Державний контроль якості лікарських препаратів. URL: <https://quality.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F-7.pdf>
 30. До запровадження Державної Фармакопеї України. URL: http://sphu.org/wp-content/uploads/2017/01/Farmacom_3_2012.pdf
 31. Дослідження можливостей екстемпорального виготовлення в Україні і за кордоном. URL: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/pharm-chas/article/view/8695/8057>
 32. Дослідження на граничний вміст домішок. URL: <https://thelib.info/himiya/2802932-doslidzhennya-na-granichnij-vmist-domishok/>
 33. Загальна концепція державного забезпечення якості лікарських засобів. URL: https://quality.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/%D0%94%D0%A1%D0%97%D0%AF%D0%9B%D0%97_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%A21.pdf
 34. Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>
 35. Закон України Про лікарські засоби. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/123/96-%D0%B2%D1%80#Text>
 36. Контроль якості лікарських засобів. URL: <https://www.dls.gov.ua/%D0%B4%D1%96%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C/pics/%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F/>
 37. Лабораторія фармацевтичного аналізу (ЛФА). URL: <https://www.dec.gov.ua/materials/laboratoriya-farmaceutichnogo-analizu-lfa/>
 38. Методи дослідження лікарських засобів. URL: <https://lektsii.org/10-43791.html>
 39. Постанова КМУ «Деякі питання здійснення державного контролю якості лікарських засобів». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/275-2010-%D0%BF#Text>
 40. Постанова КМУ від 26.05.2005 №376 «Порядку здійснення державного контролю якості ЛЗ, що ввозяться в Україну». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/376-2005-%D0%BF#Text>
 41. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
 42. Стан екстемпоральної рецептури України та проблеми сьогодення. URL: <https://nmapo.edu.ua/images/Nauka/Zbirnyk/32/27.pdf>
 43. Фармако-технологічні методи аналізу лікарських засобів. URL: <https://www.tdmu.edu.ua/2020/05/22/farmako-tehnologichni-doslidzhennya-likarskyh-zasobiv/>
 44. Фармакологія / І. С. Чекман, Н. О. Горчакова, Л. І. Козак та ін. Вінниця : НОВА КНИГА, 2011. 84 с. URL: <https://pharmacolpharmacother.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/%D0%A4%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F-%D0%A7%D0%B5%D0%BA%D0%BC%D0%B0%D0%BD.pdf>
 45. Шляхи створення лікарських засобів рослинного походження (презентація). URL: https://nmapo.edu.ua/images/Novosti/30_03_20-21.pdf

- 46. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
- 47. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
- 48. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
- 49. Looka. URL: <https://looka.com/>
- 50. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

- знань – усне опитування, електронне тестування на платформі KSU.online;
- умінь – практичні завдання;
- практичної орієнтації – кейс-аналіз;
- комунікативних навичок та критичного мислення – наукові есе, презентації, доповіді.

АНАЛІЗ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Програма розроблена

Пилипчук Людмилою Львівною, доценткою, кандидаткою біологічних наук

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти «Аналіз харчових продуктів» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти є аналіз складу і властивостей вихідної сировини, продуктів переробки та готових харчових виробів.

Міждисциплінарні зв'язки: Аналіз харчових продуктів є міждисциплінарною наукою. Освітня компонента «Аналіз харчових продуктів» базується на знаннях із загальної, неорганічної, аналітичної та органічної хімії, фізики, математики, біології.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування у здобувачів усвідомлення принципів управління якістю продукції та ролі якості в забезпеченні конкурентоспроможності харчових продуктів на ринку.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є

Теоретичні:

1. Ознайомитися з законодавчими та нормативно-правовими актами у сфері управління якістю харчових продуктів, а також з рекомендаціями національних, міждержавних і міжнародних стандартів та інших нормативних документів, що регламентують забезпечення якості продукції.

2. Сформувати у студентів розуміння особливостей сучасних систем управління якістю, їх еволюції та основних етапів розвитку, а також ознайомити із системою державного нагляду та контролю за якістю харчових продуктів.

3. Вивчити методи управління якістю продукції, що застосовуються на підприємствах харчової промисловості.

4. Вивчити методи управління якістю продукції на харчових підприємствах

5. Дати уявлення про природні та техногенні речовини які можуть знаходитися у харчових продуктах.

Практичні:

1. Вміти розрізняти природні та штучно створені хімічні речовини.

2. Вивчити вплив нових матеріалів на природне середовище та можливості їх утилізації.

3. Сформувати поняття про природні речовини, що можуть знаходитися у харчових продуктах.

4. Оволодіти методами визначення макронутрієнтів та мікронутрієнтів, що містяться у харчових продуктах.

5. Сформувати поняття про навички пошуку та роботи з нормативно-технічною документацією щодо методів аналізу та контролю якості харчових продуктів.

6. Оволодіти теоретичними основами курсу.

7. Сформувати практичні вміння визначення основних видів фальсифікації харчових продуктів.

8. Сформувати вміння користування довідковою літературою.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 12. Здатність працювати автономно.

ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

Р 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.

Р 12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Класифікація, склад та властивості харчових продуктів.

Вступ.

Мета та завдання курсу.

Основні поняття та визначення: якість харчових продуктів, харчова, енергетична, органолептична цінність; доброякісність, біологічна повноцінність, засвоюваність.

Державний контроль за якістю та безпечністю харчових продуктів.

Система управління безпечністю харчових продуктів НАССР. Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів». Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпеності та якості харчових продуктів». Державне регулювання безпеності та якості харчових продуктів.

Система НАССР, принципи системи Аналізу Небезпечних Чинників та Критичних Точок Керування (Hazard Analysis and Critical Control Point) і кроки її застосування на підприємствах харчової промисловості щодо.

Основні властивості харчових продуктів.

Фізичні, структурно-механічні оптичні, теплофізичні, сорбційні, смакові властивості харчових продуктів. Методи консервації та збереження властивостей харчових продуктів.

Методи дослідження якості харчових продуктів.

Методи аналізу. Основні фальсифікати та методи їх виявлення. Органолептичні, фізичні та хімічні властивості харчових продуктів.

Класифікації харчових продуктів.

Основні поняття та визначення: якість харчових продуктів, харчова, енергетична, органолептична цінність; доброякісність, біологічна повноцінність, засвоюваність. Біологічна, учбова та сучасна (макро-, мікронутрієнти, есенціальні речовини, аліментарні – не аліментарні речовини; нутріцевтики, парафармацевтики, пробіотики) класифікації харчових продуктів.

Групи харчових продуктів. Хімічний склад. Основні показники якості. Методи аналізу. Основні види фальсифікатів та методи їх виявлення.

Зерноборошняна група харчових продуктів. Молоко та молочні продукти. М'ясо та м'ясні продукти. Харчові жири. Перероблені овочі та фрукти. Кондитерські вироби. Смакові продукти. Додатки, консерванти та емульгатори

Дослідження фізичних і структурних властивостей харчових речовин та продуктів.

Визначення температур плавлення, кристалізації та кипіння, густини зразків, насипної густини і ступеня подрібнення твердих продуктів, густини газів, коефіцієнта в'язкості та питомого обертання. Визначення температури краплеутворення та краплепадіння. Аналіз показників специфічної рихлості, вологоємності та гранулометричного складу сипучих матеріалів. Оцінка функціонально-технологічних властивостей: вологозв'язуючої, вологоутримуючої, жирутримуючої та гелеутворюючої здатності.

Змістовий модуль 2. Методи аналізу та контролю якості харчових продуктів.

Реологічні методи.

Вивчення властивостей харчової сировини та готової продукції. Фізико-механічні характеристики матеріалів: в'язкість, пластичність, пружність, текучість, деформаційна здатність. Оцінка текстури продуктів, стабільності емульсій, консистенції кремів, тіста, соусів та інших харчових систем.

Фотометричні методи. Визначення, що ґрунтуються на вимірюванні поглинання електромагнітного випромінювання. Вимірювання поглинання або випромінювання світла зразком при певних довжинах хвиль. Визначення концентрації речовин, барвників, вітамінів, фенольних сполук та інших компонентів харчових продуктів.

Магнітні методи. Дослідження з використанням магнітного поля. Дослідження властивостей матеріалів за допомогою магнітного поля, включаючи магнітну сприйнятливість, ядерно-магнітний резонанс (ЯМР) та інші методи. аналізу структурних особливостей молекул, визначення складу жирів, білків, а також для контролю фальсифікації та технологічних змін продуктів.

Хроматографія як метод поділу та аналізу компонентів. Розділення сумішей на окремі компоненти на основі їх різної здатності розподілятися між стаціонарною та рухомою фазою. якісного та кількісного аналізу вуглеводів, амінокислот, жирних кислот, барвників, консервантів та інших складових харчових продуктів.

Спектральні методи як експрес-засоби визначення хімічного складу. Визначення хімічного складу та властивостей речовин на основі взаємодії з електромагнітним випромінюванням (ультрафіолетова, інфрачервона, атомно-абсорбційна спектроскопія). Експрес-методи для контролю складу, визначення макро- і мікроелементів, барвників, токсикантів та інших компонентів харчових продуктів.

Оптичні та органолептичні методи аналізу. Застосування рефрактометрії, основи колориметрії та фотометрії. Проведення кондуктометричних і потенціометричних вимірювань, визначення рН розчинів. Сенсорний (органолептичний) аналіз харчових продуктів. Органолептичні методи контролю якості сировини та готової продукції при впровадженні

нових прискорених технологій виробництва традиційних харчових продуктів (оцінювання кольору, запаху, сипучості, структури). Аналітичні методи органолептичного аналізу.

Класифікація видів контролю якості. Вплив різних факторів на якість продукції. Використання спеціалізованого лабораторного та технологічного обладнання, приладів, програмного забезпечення для досліджень у сфері харчових технологій.

Методи та засоби контролю якості.

Якість продукції як здатність забезпечувати сучасний сенсорний контроль із гарантією об'єктивності та достовірності результатів. Використання методів сенсорного аналізу для диференціації продуктів за рівнями якості та вивчення інноваційних тенденцій у харчових технологіях.

Застосування статистичної обробки результатів, узагальнення даних для прийняття рішень щодо удосконалення технологій виробництва харчових продуктів.

Контроль якості продукції на харчових підприємствах. Система заходів, спрямованих на забезпечення відповідності продукції встановленим стандартам якості та безпечності. Органолептичний, фізико-хімічний, мікробіологічний та інструментальний контроль, використання лабораторного обладнання, стандартизованих методик і програмного забезпечення. Забезпечення об'єктивності результатів, диференціація продуктів за рівнем якості та удосконалення технологічних процесів виробництва.

Використання штучного інтелекту в аналізі харчових продуктів.

Покращення якості та безпеки продуктів харчування, оптимізації виробництва та споживання за допомогою ШІ. Системи моніторингу. Планування виробництва та доставки. Штучний інтелект дозволяє оптимізувати процеси виробництва, включаючи контроль якості, прогнозування вартості та ефективності різних методів виробництва. Виявлення підробок. Маркетинг харчових продуктів.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Nielsen S. S. Introduction To The Chemical Analysis Of Foods CBS Publishers & Distributors. 2023. 344 p.
2. Ronald S. Kirk, Ronald Sawyer, Harold Egan Pearson's Composition and Analysis of Foods A Pearson Education Print on Demand Edition. 708 p.
3. Rui M. S. Cruz, Igor Khmelinskii, Margarida Vieira Methods in Food Analysis 2014 by CRC Press. 250 p.
4. Yolanda Pico Chemical Analysis of Food: Techniques and Applications Academic Press; 2nd edition. 2020. 716 p.
5. Zaidan G. Ingredients: The Strange Chemistry of What We Put in Us and on Us. New York: Dutton, 2020. 320 p.
6. Бочарова О. В. HACCP і системи управління безпечністю харчової продукції. Одеса : Атлант, 2019. 376 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ-cnv.BibRecord.166277>
7. Горяйнова Ю. А. Конспект лекцій з дисципліни «Методи контролю в галузі», Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського. Кривий Ріг : 2020. 136 с.
8. Гуменюк О. Л. Харчова хімія. Тексти лекцій. ЧДТУ, 2013. 244 с.

Додаткові:

9. ДСТУ ISO9001-2008. Системи управління якістю. Вимоги. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 22 с.

10. Дубиніна А. А., Малюк Л. П., Селютіна Г. А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення. К. : ВД «Професіонал», 2007. 384 с.
11. Євлаш В. В., Самойленко С. О., Отрошко Н. О., Буряк І. А. Експрес-методи дослідження безпечності та якості харчових продуктів. Х. : ХДУХТ, 2016. 336 с.
12. Зубар Н. М. Теоретичні основи харчових виробництв. К. : Видавничий дім «Кондор», 2020. 304 с.
13. Кордзая Н. Р., Єгоров Б. В. Продовольча безпека. Якість та безпечність харчової продукції. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 160 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1306302>
14. Королюк Т. А. Методи контролю харчових продуктів : навч. посіб. К. : НУХТ, 2017. 147 с.
15. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Дмитрієвич Л. Р. Основи фізіології гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів. Суми : ВТД «Університетська книга», 2007. 441 с.
16. Пасальський Б. К. Хімія харчових продуктів К. : Київ. Держ.торг.-екон.ун-т, 2000. 196 с.
17. Пількевич Н. Б., Боярчук О. Д. Мікробіологія харчових продуктів. Луганськ : Альма-матер, 2008. 152 с.
18. Полумбрик О. М., Осипенкова І. І., Котляр Є. О. Фізико-хімічні методи дослідження якості харчових продуктів. Київ : Логос, 2019. 487 с.
19. Сирохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення. К. : Центр учбової літератури, 2009, 544 с.
20. Хацевич О. М., Складанюк М. Б. Хімія та аналіз харчових продуктів. Івано-Франківськ : Вид. Супрун В. П., 2019. 105 с.

Інтернет-джерела:

21. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/>
22. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry. Французько-Український хімічний журнал* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
23. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie.* / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>
24. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
25. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»). URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnal/>
26. Науковий журнал категорії Б. *Ukrainian Chemistry Journal. Український хімічний журнал* / Національна академія наук України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка). URL: <https://ucj.org.ua/index.php/journal/archives>
27. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
28. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>

29. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02432d22007581b2da072>

30. Науковий журнал категорії Б. *Проблеми хімії та сталого розвитку* / Волинський національний університет імені Лесі Українки. URL: <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry/homepage>

31. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas>

32. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського) рівня вищої освіти : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>

33. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення : підручник / А. А. Дубиніна, Л. П. Малюк, Г. А. Селютіна та ін. К. : ВД «Професіонал», 2007. 384 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/502693/>

34. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

35. Gamma. URL: <https://gamma.app/>

36. Looka. URL: <https://looka.com/>

37. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>

38. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішності навчання:

знань – усне / письмове опитування, електронне тестування на платформі KSU.online, контрольні роботи;

умінь – практичні завдання, розрахункові задачі, моделювання ситуацій;

практичної орієнтації – кейс-проекти, кейс-аналіз, аналітичні огляди наукових публікацій;

комунікативних навичок та критичного мислення – презентації, доповіді та дискусії.

ВИБРАНІ РОЗДІЛИ НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Програма розроблена

Попович Тетяною Анатоліївною, доценткою, кандидаткою технічних наук

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти «Вибрані розділи неорганічної хімії» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти є хімія перехідних (d-) і внутрішньоперехідних (f-) елементів у контексті їх електронної будови, фізико-хімічних властивостей, реакційної здатності та функціонального застосування.

Міждисциплінарні зв'язки: освітня компонента «Вибрані розділи неорганічної хімії» базується на знаннях таких хімічних дисциплін, як загальна та неорганічна хімії, координаційної, аналітичної, фізичної і колоїдної хімії, хімічної технології. Крім того, даний курс помітною мірою інтегрується з іншими природничими дисциплінами, які викладаються на даній спеціальності, а саме – «Сучасні інструментальні методи аналізу», «Нанохімія та нанотехнологія», «Новітні досягнення з фахових дисциплін», «Хімія розчинів».

1. Мета та завдання освітньої компоненти

1.1. Метою викладання освітньої компоненти «Вибрані розділи неорганічної хімії» є поглиблення знань щодо електронної будови, реакційної здатності та функціональних властивостей хімії d- і внутрішньоперехідних f- елементів та формування компетентностей для критичного аналізу, проєктування та застосування координаційних і металоорганічних сполук у сучасних галузях хімії – біоорганічній, матеріалознавчій, фармацевтичній, енергетичній та екологічно сталих технологіях.

1.2. Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «Вибрані розділи неорганічної хімії» є

Теоретичні:

1. Аналізувати електронну будову d- і f-елементів та інтерпретувати її вплив на фізичні, хімічні та координаційні властивості їхніх сполук.
2. Характеризувати тенденції зміни окисно-відновних і кислотно-основних властивостей сполук d- і f-елементів.
3. Критично осмислювати хімічну роль перехідних елементів у біологічних системах, зокрема в ферментах і метаболічних шляхах.
4. Оцінювати функціональні можливості комплексів у сучасних галузях: енергетиці, фармацевтиці, матеріалознавстві, екотехнологіях.
5. Аргументувати доцільність використання певних комплексів d- і f-елементів у конкретних умовах з урахуванням їх стабільності, токсичності та екологічного впливу.

Практичні:

1. Проєктувати нові координаційні комплекси для заданих функцій: каталіз, сенсорика, доставка ліків, фотокаталіз тощо.
2. Планувати синтез та аналіз координаційних сполук, вибираючи відповідні метали, ліганди та умови реакцій.
3. Вдосконалювати існуючі каталізатори або функціональні комплекси шляхом зміни складу або структурних параметрів.

4. Аналізувати та інтерпретувати спектральні, магнітні й структурні дані щодо координаційних сполук (спектри УФ-видимої спектроскопії, ІЧ-спектроскопії, рентгеноструктурного аналізу).
5. Оцінювати стійкість, токсичність і екологічні ризики застосування сполук на основі перехідних (d-) і внутрішньоперехідних (f-) елементів у різних технологіях.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності (ФК)

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи хімії перехідних та внутрішньоперехідних елементів.

Положення та електронна будова d- і f-елементів.

Класифікація перехідних (d-) і внутрішньо перехідних (f-) елементів. Класифікація d-елементів за групами і періодами. Блоки f-елементів: лантаноїди і актиноїди.

Характеристика d-блоку (перехідні елементи): заповнення d-орбіталей $(n-1)d^{1-10}$; винятки з правил електронної конфігурації (Cr, Cu тощо). Причини немонотонної зміни радіусів атомів в періодах перехідних елементів.

Вплив електронної будови на властивості: багатовалентність, утворення кольорових комплексів; каталітична активність; металічні властивості: сполуки з високою твердістю, високою температурою плавлення.

Характеристика f-блоку (лантаноїди та актиноїди): заповнення 4f і 5f орбіталей; особливості: внутрішня періодичність у лантаноїдів та актиноїдів (лантаноїдне стиснення); причини немонотонної зміни радіусів атомів в групах лантаноїдів і актиноїдів. Магнітні

властивості, радіоактивність (актиноїди); складність розділення окремих елементів через схожість властивостей; застосування: ядерна енергетика, матеріалознавство.

Взаємозв'язок між електронною будовою, положенням елементів у ПС і їхньою хімічною поведінкою.

Особливості фізичних властивостей сполук d- і f-елементів.

Фізичні властивості простих речовин. Зміна густини по періодам і групам періодичної системи, причини такої зміни. Речовини з найбільшою густиною (блок d- і f-елементів).

Електропровідність сполук d-елементів; особливості електропровідності простих речовин міді, срібла, золота. Зменшення електропровідності сполук f-елементів через складнішу кристалічну структуру та більш локалізовані f-електрони.

Магнітні властивості сполук, їх залежність від наявності неспарених електронів в атомах d- і f-елементів. Парамагнетизм окремих сполук d-елементів, що містять йони Mn^{2+} , Fe^{3+} тощо. Феромагнітність заліза, кобальта, нікеля, як здатність до намагнічення без зовнішнього магнітного поля.

Сильні парамагнітні властивості сполук f-елементів, як результат слабого екранування електронів і сильної спінової та орбітальної взаємодії. Лантаноїди з аномально високими магнітними моментами (наприклад, Gd^{3+}).

Хімічні властивості та реакційна здатність сполук d- і f-елементів.

Змінність ступенів окиснення, як характерна риса d- і f-елементів. Найтипівіші ступені +2, +3; вищі (до +6, +7, +8), як менш стабільні, окисники. Тенденції у змінах ступенів окиснення у d-елементів. Окисно-відновні властивості сполук d-елементів.

Ступені окиснення f-елементів. Лантаноїди: здебільшого +3; +2 та +4 (окремі елементи). Актиноїди: +3, +4, +5, +6 (широкий діапазон сполук). Тенденції у змінах ступенів окиснення у f-елементів. Зростання стабільності ступеня окиснення +3 в лантаноїдному ряді, нестабільність +2/4. В актиноїдному – зменшення стабільності вищих ступенів. Окисно-відновні властивості сполук f-елементів.

Кислотно-основна поведінка оксидів та гідроксидів d-елементів. Залежність від ступеня окиснення: основний характер FeO , MnO , CuO в низьких ступенях окиснення; високі ступені окиснення – кислотний характер (Mn_2O_7 , CrO_3); проміжні ступені окиснення – амфотерний характер (Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , ZnO).

Особливості кислотно-основної поведінки f-елементів: основний характер оксидів і гідроксидів у ступені окиснення +3. Зміна властивостей зі зміною ступеня окиснення: посилення амфотерних або кислих властивостей при переході до +4. Характер гідроксидів: малорозчинність у воді, основна або амфотерна поведінка залежно від ступеня окиснення. Відмінності між лантанідами й актиноїдами: переважання основного характеру у лантанідів, більша варіативність кислотно-основних властивостей в актиноїдів.

Основи комплексоутворення для d- і f-елементів. Реакції комплексоутворення за участі d-елементів: реакції заміщення, окисно-відновні реакції, ізомеризаційні реакції, реакції деструкції, окисно-відновні реакції, реакції комплексних сполук у каталізі.

Реакційна здатність сполук d-елементів: помірна до високої; залежить від ступеня окиснення, координаційного середовища, електронної конфігурації. Залежність від ступеня окиснення: підвищення ступеня окиснення елемента в сполуці - зростання окисна здатність (наприклад, Mn^{+7} у перманганаті). Висока реакційна здатність у нестійких сполук, зокрема, за участі електронно-дефіцитних іонів. Каталітична активність, як здатність змінювати ступінь окиснення сприяє участі в окисно-відновних реакціях (Fe , V , Mn , Ni , Pt). Залежність від комплексоутворення – стійкі комплекси можуть знижувати реакційність іона.

Реакційна здатність сполук лантаноїдів: висока в простих сполуках; переважно реакції в ступені +3. Висока реакційна здатність у простих солей, легке відновлення до металів у

лантаноїдів (La-Lu). Переважно ступінь окиснення +3 – реакції типові для слабких основ (наприклад, гідроліз).

Реакційна здатність сполук актиноїдів: висока до дуже високої; численні окисно-відновні перетворення. Актиноїди (Ac-Lr): значно вища реакційна здатність, особливо у сполуках з високими ступенями окиснення (U^{+6} , Pu^{+6}). Схильність до окисно-відновних реакцій, зокрема через наявність кількох стабільних ступенів окиснення.

Змістовий модуль 2. Функціональна хімія d- та f-елементів.

Біологічна роль та функціональність координаційних комплексів перехідних елементів.

Металопротеїни та металоензими: структура та механізми дії (Fe – гемоглобін, Cu – пластоціанін, Co – вітамін B₁₂). Значення металопротеїнів та металоензимів, як незамінних біомолекул в метаболізмі, диханні, фотосинтезі та інших життєвих процесах. Роль d-металу: перенесення електронів; зв'язування/активація молекул (O₂, H₂, CO₂); каталіз окисно-відновних реакцій.

Модельні комплекси для вивчення біологічних функцій (імітація активних центрів ферментів). Модельні комплекси активних центрів ферментів, як синтетичні сполуки, що імітують структуру, електронні властивості та/або реакційну здатність біологічно активних центрів у ферментах: гемові комплекси (Fe) – імітація центру гемопротеїнів, комплекси з Cu(I)/Cu(II) – імітація центрів пластоціаніну, азурину, церулоплазміну, Fe-S комплекси – імітація центрів в ферум-сульфатних білках, комплекси Mo, W – імітація молібденвмісних ферментів тощо. Застосування для вивчення механізмів біохімічних реакцій, структурної хімії металів у біосередовищах, а також у біоніспірованому каталізі (металопорфіни, Fe-S кластерні каталізатори, Mn-кластери).

Хіміотерапевтичні комплекси: Pt(II) протипухлинні агенти, цисплатин (цис-[PtCl₂(NH₃)₂]), механізм дії, побічні ефекти.

Mo-Fe комплекси у ферментах фіксації азоту (нітрогенази): біологічна роль, механізм дії, значення.

Електронний транспорт і окисно-відновні властивості біоактивних комплексів як основа клітинного дихання, фотосинтезу, детоксикації, синтезу АТФ.

Металоорганічні комплекси у каталізі та промислових технологіях.

Основні типи металоорганічних сполук. Металоорганічні сполуки, тип зв'язку між йоном металевого елемента і Карбоном. σ -комплекси: алкільні, арильні похідні. Участь у реакціях міграції, β -елімінації, приєднання CO, алкенів. π -комплекси з алкенами, алкінами, ароматичними кільцями, CO. π -комплекси як проміжні структури в каталітичних реакціях (крос-сполучення, полімеризація). Карбенові комплекси, комплекси з $M=CR_2$ зв'язком. Використовуються в реакціях обміну олефінів, реакціях функціоналізації C–H зв'язків. Алкільні та арильні похідні металорганічних сполук в реакціях полімеризації каталітичному гідруванні, активації C–H зв'язків.

Металоорганічні комплекси, як основа сучасного каталізу, особливо гомогенного. Основні реакції: 1) полімеризація (каталізатори Зіглера-Натта (Ti, Al, Ni) для поліетилену, поліпропілену; металоценові комплекси); 2) крос-сполучення (реакції за участю Pd, Ni, Cu); 3) гідрування (Rh, Ru, Ir-комплекси; асиметричне гідрування у фармацевтиці); 4) реакції обміну олефінів (Ru-карбенові комплекси (каталізатор Груббса); синтез полімерів, фармацевтичних проміжних продуктів).

Вплив природи металу на реакційну здатність: окисно-відновний потенціал, геометрію комплексу і селективність реакцій. Висока селективність реакцій (Pd); стабільність до

окиснення, π -комплекси (Pt); взаємодія з арильними галогенідами (Ni); біосумісність, екологічність (Fe); стійкість до кисню (Ru)

Функціональні матеріали на основі перехідних металів: від сенсорів до енергетики.

Комплекси d-елементів у створюванні матеріалів з контрольованими електронними, оптичними, магнітними характеристиками.

Сенсори на основі комплексів перехідних металів. Комплекси, як чутливі елементи в детекції газів, іонів, біомолекул. Зміна кольору, флуоресценції або провідності при зв'язуванні аналіта (Cu^{2+} -сенсори для виявлення аміаку; Fe^{2+} -комплекси для кисню).

Магнітні, електронні та оптичні властивості координаційних комплексів. Магнітні матеріали: комплекси Mn, Fe, Co у створенні молекулярних магнетиків.

Електропровідність: координаційні полімери з Ru, Ni, Pt. Оптичні властивості: застосування комплексів з d⁶-металами (Ru, Re, Os) у світлодіодах, фотосенсибілізаторах.

Наночастинки на основі перехідних металів. Каталізатори з наночастинок Pt, Pd, Ni – високоселективні, активні при низьких температурах. Медичні застосування: золото, срібло, платина у наноформах – антимікробна дія, доставка ліків. Сенсорні системи: наночастинки як підсилювачі сигналу (SERS, електрохімічні сенсори).

Метали в сучасному матеріалознавстві. Фотокаталізатори: TiO_2 , комплекси Ru – для розщеплення води, деструкції забруднювачів, CO_2 -редукції. Оптоелектроніка: комплекси з Ir, Ru, Os – компоненти OLED (Organic Light Emitting Diode – органічний світлодіод), сонячних елементів. Провідники та напівпровідники: гібридні комплекси з перехідними металами для енергоефективної електроніки.

Прикладні сфери використання.

Хімічна промисловість: каталітична полімеризація (Ni, Ti, Zr) – поліетилен, поліпропілен; синтез барвників, добавок через органометалічний каталіз.

Фармацевтика. Pd-каталіз у створенні складних молекул (реакції крос-сполучення). Ru-комплекси – каталіз асиметричного гідрування у синтезі ліків. Реакції обміну олефінів – створення макроциклів, протипухлинних агентів.

Енергетика. Ru-, Ni-комплекси – каталіз розщеплення води (воднева енергетика). Fe, Mn-комплекси – CO_2 -редукція, фотокаталітичні системи. Створення «сонячних палив» – фотоактивні комплекси перехідних металів.

Перспективи хімії d- та f-елементів. Розробка smart-матеріалів з багатофункціональністю (сенсори + каталіз + оптика). Перехід до зелених технологій на основі безпечних і дешевих металів (Fe, Mn). Інтеграція з іншими галузями: біотехнологіями, енергетикою, наномедициною.

Перехідні d- та f-елементів у сталих технологіях: зелена хімія, MOF та екологічні виклики.

Перехідні d- та f-елементів – ключові компоненти у створенні нових екологічно ефективних матеріалів: їхні комплекси застосовують у процесах, що відповідають принципам зеленої хімії з фокусом на відновлювані ресурси, енергозбереження, детоксикацію та синтез екологічно безпечних речовин.

MOF (Metal-Organic Frameworks - металоорганічні каркаси 3D-структури) в каталізі (кисневі, водневі, CO_2 реакції), сенсорика, газосепарація, сховище енергоносіїв (водень, метан)

Фотокаталіз і використання сонячної енергії. Комплекси Ti, Ru, Fe, Mn – фотокаталізатори у водному середовищі, перетворенні CO_2 ; створення сонячного палива шляхом штучного фотосинтезу. Переваги: відновлюваність, низький вуглецевий слід, екологічна безпека.

Smart-матеріали на основі комплексів перехідних металів. Матеріали з адаптивною поведінкою при реагування на зовнішні стимули (pH, світло, температура). Біоактивні та

адсорбційні комплекси – у медицині, екології, сенсорних системах. Роль перехідних металів: забезпечення функціональної активності, селективності, контрольованої зміни властивостей.

Екологічні ризики та утилізація комплексів. Токсичність деяких перехідних металів (Cd, Hg, Cr(VI), Pt), накопичення в біосфері. Проблема утилізації та повторного використання каталізаторів (особливо дорогоцінних металів). Підходи: розробка нетоксичних аналогів (на основі Fe, Mn), закриті цикли використання металів (recycling), біоремедіація та сорбенти на основі MOF.

«Зелена хімія» як концепція: мінімізація утворення відходів, зменшення споживання енергії та шкідливих речовин. d-метали у каталітичних системах, як спосіб уникнути надлишку реагентів, зменшити кількість побічних продуктів (заміна традиційних реагентів на каталітичні системи, застосування води як розчинника, каталіз з використанням відновлюваних джерел енергії).

Сучасні методи аналізу та моделювання. Спектроскопічні методи: ІЧ, УФ-видима спектроскопія, рентгенівська фотоелектронна спектроскопія – вивчення структур і реакцій комплексів. Рентгеноструктурний аналіз – визначення просторової будови комплексів. DFT-моделювання (Density Functional Theory) – прогнозування властивостей комплексів, оптимізація їх структур. Вивчення механізмів реакцій без експерименту.

Перспективи і виклики. Зменшення залежності від рідкісних і токсичних металів. Розвиток економічно доступних і безпечних каталізаторів. Інтеграція хімії комплексів у глобальні завдання сталого розвитку: чиста енергія, зменшення викидів CO₂, очищення довкілля.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посіб. Київ : Вища шк., 2005. 639 с.
2. Неділько С. А. Неорганічні функціональні матеріали : підручник для студ. хім. спец. закл. вищ. осв. Київ : Фірма «ІНКОС» 2019. 244 с.
3. Петрушина Г. О. Загальна та неорганічна хімія. Курс лекцій. Дніпро : ВТК «Друкар», 2022. 260 с. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/7719/1/55.pdf>
4. Слободяник М. С., Улько Н. В., Бойко К. М., Самойленко В. М. Загальна та неорганічна хімія. Практика : навч. посіб. для студ. хім. і нехім. спец. вищих навч. закладів. Київ : Либідь, 2004. 336 с.
5. Степаненко О. М., Рейтер А. Г., Ледовський В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія : підручник в 2-х ч. Київ : Педагогічна преса, 2000. Ч. І. 568 с. Ч. ІІ. 783 с.
6. Телегуз В. С. Основи загальної хімії : навч. посіб. для студ. хім. спец. вузів. К. : Новий світ, 2000. 424 с.

Додаткові:

7. Брусиловець А. І., Лампека Р. Д. Основи хімії металоорганічних сполук. Київ : Фітосоціоцентр, 2002, 104 с.
8. Гомонай В. І., Мільович С. С. Загальна та неорганічна хімія : підручник. Вінниця : Нова книга, 2016. 448 с.
9. Григор'єва В. В., Самійленко В. М., Сич А. М. Голуб О. А. Загальна хімія : підручник / за ред. О. А. Голуб. Київ : Вища шк., 2009. 471 с.
10. Зуб В. Я., Амірханов В. М. Інфрачервонна та електронна спектроскопія неорганічних і координаційних сполук. К. : ВПЦ «Київський університет», 2012. 271 с.
11. Карманов В. І., Слободяник М. С., Капшук А. О., Неділько С. А. Рентгенівські методи в неорганічній хімії. Київ : Вища шк., 2001. 76 с.

12. Карнаухов О. І., Мельничук Д. О., Чеботько К. О., Копілевич В. А. Загальна та біонеорганічна хімія : підручник. Вінниця : Нова Книга, 2003. 544 с.
13. Лампека Р. Д. Основи спектроскопії ЯМР та його використання при вивченні хімічних сполук. Динамічна спектроскопія ЯМР. К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2002, 47 с.
14. Неділько С. А., Попель П. П. Загальна та неорганічна хімія. Задачі та вправи : навч. посіб. Київ : Либідь, 2001. 400 с.
15. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія. Практикум : навч. посіб. Київ : Либідь, 2003. 208 с.
16. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студ. вищ. навч. закладів. Київ : Перун, 1998. 480 с.
17. Скопенко В. В., Савранський Л. І. Координаційна хімія : підручник. Київ : Либідь, 2004. 424 с.

Інтернет-джерела:

18. Atkins P.W., Overton T.L., Rourke J.P., Weller M.T., Armstrong F.A. Inorganic Chemistry, 5th Edition, W. H. Freeman and Company New York. 2009. 1355 p.
URL: <https://handoutset.com/wp-content/uploads/2022/07/Shriver-and-Atkins-Inorganic-Chemistry-5th-Edition-W.-H.-Freeman-2009-Peter-Atkins-Tina-Overton-Jonathan-Rourke-etc.-.pdf>
19. Catherine E. Housecroft, Alan G. Sharpe Inorganic Chemistry? 4th edition, PEARSON. 2012. 1257 p.
URL: https://cdn.bc-pf.org/resources/chemistry/inorg_chem/Housecroft_sharpe_inorganic_chemistry.pdf
20. Cotton F.A., Wilkinson G., Murillo C.A., Bochmann M. Advanced inorganic chemistry. Sixth add. A wiley-interscience publication. John Wiley @ sons, inc. 2000. 1171 p. URL: <https://chemistlibrary.files.wordpress.com/2015/05/cotton-wilkinson-advanced-inorganic-chemistry.pdf>
21. Greenwood N, Earnshaw A. Chemistry of the Elements. 2nd Edition. Butterworth-Heinemann. 1998. 1359 p.
URL: http://lib.ysu.am/disciplines_bk/931545868d143aa17a18c4ad33a7ea3e.pdf
22. Донцова Т. А. Інноваційні неорганічні технології : підручник. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 291 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/29858/1/Dontsova_INT.pdf
23. John C. Kotz, Paul M. Treichel, John R. Townsend, David A. Treichel Chemistry and Chemical Reactivity. Brooks Cole Cengage Learning. 2012. 1384 p.
URL: <https://www.biobased.us/pdf/Chemistry-10th-Edition.pdf>
24. Павленко В. О., Давиденко Ю. М. Хімія елементів : навч. посіб. 2020. 234 с.
URL: <https://inorgchem.knu.ua/ua/images/stories/INORGCHEM/Literatura/chemistry%20of%20elements.pdf>
25. Пономарьова В. В. Основи хімії : навч. посіб. Київ, 2021. 119 с.
URL: https://inorgchem.knu.ua/ua/images/stories/INORGCHEM/Literatura/fundamentals_of_chemistry.pdf
26. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України.
URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>
27. Періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва. URL: <https://ptable.com/?lang=uk#>
28. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie* / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>

29. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»). URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnalu/>
30. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry. Французько-Український хімічний журнал* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
31. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
32. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
33. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
34. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02432d22007581b2da072>
35. Науковий журнал категорії Б. *Проблеми хімії та сталого розвитку* / Волинський національний університет імені Лесі Українки. URL: <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry/homepage>
36. Науковий журнал категорії Б. *Ukrainian Chemistry Journal. Український хімічний журнал* / Національна академія наук України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка). URL: <https://ucj.org.ua/index.php/journal/archives>
37. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas>
38. Науковий журнал категорії Б. *Chemistry of Metals and Alloys. Хімія металів і сплавів* / Львівський національний університет імені Івана Франка МОН України. URL: <http://www.chemetal-journal.org/>
39. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
40. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
41. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
42. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
43. Looka. URL: <https://looka.com/>
44. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне опитування, електронне тестування на платформі KSU.online, контрольні роботи, вхідний контроль знань;
 умінь – практичні завдання;
 практичної орієнтації – кейс-проекти;
 комунікативних навичок та критичного мислення – наукові есе, презентації, доповіді та дискусії.

ВИБРАНІ РОЗДІЛИ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Програма розроблена

Близнюком Валерієм Миколайовичем, професором, доктором хімічних наук
Пилипчук Людмилою Львівною, доценткою, кандидаткою біологічних наук
Речицьким Олександром Наумовичем, доцентом, кандидатом хімічних наук

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти «Вибрані розділи органічної хімії» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є склад, будова, номенклатура, фізичні та хімічні властивості, способи одержання і аналіз окремих класів органічних сполук.

Міждисциплінарні зв'язки: органічна хімія, загальна та неорганічна хімія, аналітична хімія, хімія природних сполук, біологія, біохімія.

Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Вибрані розділи органічної хімії» є розширення знань студентів і ознайомлення їх в більшому об'ємі з загальними теоретичними положеннями хімії органічних сполук, з логікою та історією органічної хімії, найважливішими тенденціями її розвитку, які склались в даний час.

1.2. **Основними завданнями** вивчення дисципліни є:

Теоретичні:

1. Аналізувати особливості хімічної будови, електронної структури та властивостей гетероциклічних сполук різного типу.
2. Характеризувати основні методи синтезу трьох-, п'яти- і шестичленних гетероциклів, включаючи класичні та сучасні екоорієнтовані підходи.
3. Порівнювати реакційну здатність гетероциклічних систем з різними гетероатомами та типами конденсації.
4. Оцінювати біологічну активність гетероциклічних сполук на основі структури та принципів молекулярного дизайну.
5. Узагальнювати інформацію щодо природних, напівсинтетичних і синтетичних гетероциклів, що мають значення у фармацевтиці, агрохімії та нанотехнологіях.

Практичні:

1. Реалізувати на практиці синтез моно- та біциклічних гетероциклів з одним і кількома гетероатомами.
2. Виконувати реакції функціоналізації гетероциклів, аналізуючи зміни в електронній структурі та реакційній здатності.
3. Оцінювати ефективність виділення та очищення синтезованих сполук із застосуванням сучасних методів (екстракція, хроматографія).
4. Інтерпретувати спектроскопічні та хроматографічні дані для підтвердження будови синтезованих гетероциклів.
5. Порівнювати результати синтезу різними методами щодо виходу, чистоти та екологічності.
6. Використовувати інструменти комп'ютерної хімії для передбачення фізико-хімічних і біологічних властивостей гетероциклів.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК 12. Здатність працювати автономно.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 4. Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

Р 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Гетероциклічні сполуки.

Класифікація і номенклатура гетероциклічних сполук.

Загальна способи гетероциклізації. Трьох- та чотирьохчленні гетероцикли Трьох- та чотирьохчленні гетероцикли з одним гетероатомом: азаридин та азетидин, оксиран та оксетан, тііран та тіетан. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних властивостей. Хімічні властивості: реакції зі збереженням циклу та реакції з розкриттям циклу.

Методи синтезу.

П'ятичленні гетероциклічні сполуки П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Пірол, фуран, тіофен. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних властивостей. Хімічні властивості: основні властивості, реакція гідрування, взаємодія з електрофільними реагентами (галогенування, нітрування, сульфування, ацилювання, пояснення орієнтації заміщення стійкістю карбонієвих йонів, які утворюються на проміжній стадії, м'які нітруючі, сульфуючі і ацилюючі реагенти), специфічні властивості (кислотні властивості піролу, дієновість фурану). Методи синтезу: загальні методи взаємні перетворення, циклізація γ -дикарбонільних сполук, специфічні методи (пірол, тіофен, фуран).

П'ятичленні гетероциклічні сполуки, конденсовані з бензеновим кільцем.

Індол. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних властивостей. Хімічні властивості: взаємодія з кислотами, взаємодія з основами, реакції електрофільного заміщення. Одержання індолу: циклізація фенілгідрозонів у присутності кислот, термічна конденсація.

П'ятичленні гетероцикли з декількома гетероатомами.

Класифікація. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома атомами нітрогену. Імідазоли та піразоли. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних властивостей. Хімічні властивості: кислотно-основні властивості, окисно-відновні властивості, взаємодія з електрофільними реагентами. Методи синтезу: імідазолу та піразолу. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома різними гетероатомами. Оксазол і тіазол. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних та хімічних властивостей, способів одержання.

Змістовий модуль 2. Шестичленні гетероциклічні сполуки

Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних властивостей. Хімічні властивості: кислотно-основні властивості, взаємодія з електрофільними реагентами (орієнтація заміщення з урахуванням аналізу стійкості катіонів, які утворюються на проміжній стадії, дезактивуюча дія вільної електронної пари нітрогену в реакціях SE), взаємодія з нуклеофільними реагентами (реакція Чічібабіна, реакція алкілювання або ацилювання), окисно-відновні властивості. Одержання: з кам'яновугільної смоли, конденсація α,β -ненасичених альдегідів з амоніаком, синтез Ганча. Пірони та піролієві солі. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних та хімічних властивостей, одержання.

Шестичленні гетероциклічні сполуки, конденсовані з бензеновим кільцем.

Хінолін та ізохінолін. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних властивостей. Хімічні властивості: кислотно-основні властивості, взаємодія з електрофільними реагентами, взаємодія з нуклеофільними реагентами, окисно-відновні властивості. Методи синтезу хіноліну та ізохіноліну.

Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома атомами нітрогену (діазини).

Піридазин, піримідин, піразин. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних властивостей. Хімічні властивості: кислотно-основні властивості, взаємодія з електрофільними реагентами, взаємодія з нуклеофільними реагентами, окисно-відновні властивості. Одержання діазинів: пірадазин та його похідні, піримідин та його похідні, піразин та його похідні. Біологічне значення похідних піримідину. Таутомерні форми піримідинових основ (лактам-лактимна таутомерія). Вищі гетероцикли. Пурин. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), фізичних та хімічних властивостей, одержання. Біологічне значення похідних пурину. Пуринові основи:

аденін (6-амінопурин), гуанін (2-аміно-6-гідроксипурин) і їх таутомерні форми. Порфін. Застосування гетероциклічних сполук.

Інноваційні тренди в хімії та застосуванні гетероциклів.

Розробка нових лікарських засобів з таргетною дією на основі гетероциклічних структур.

Синтез інгібіторів ферментів, рецепторів і білків для лікування онкологічних та вірусних захворювань.

Біоізостерне модифікування гетероциклів для посилення активності й стабільності сполук.

Застосування гетероциклічних матеріалів у нанотехнологіях: сенсори, фотоматеріали, органічні електронні пристрої.

Екоорієнтовані методи синтезу: каталіз, мікрохвильові технології, принципи «зеленої хімії».

Моделювання *in silico* (експерименти в комп'ютері) для прогнозування активності та метаболізму гетероциклів.

Гетероцикли в біотехнологіях: біосенсори, мітки, доставка ліків.

Використання та модифікація природних гетероциклів для створення напівсинтетичних препаратів.

Синтез гібридних структур з комбінованими фармакофорами.

Агро- та ветзастосування: пестициди, стимулятори росту, лікувальні засоби.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Smith M. B. Organic Synthesis. Y.: Academic Press, 2016. 1083 p.
2. Tsuji J. Palladium Reagents and Catalysts: New Perspectives for the 21st Century . J. Tsuji. John Wiley & Sons, 2004. 670 p.
3. Ведута В. В., Федько Н. Ф. Органічний синтез Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. 160 с.
4. Воловенко Ю. М., Шаблікіна О. В. Циклоконденсації в органічному синтезі. К. : Вид-во КНУ, 2019. 65 с.
5. Гордієнко О. В. Вибрані методи синтезу органічних сполук. К. : Вид-во КНУ, 2019. 37 с.
6. Григоренко О. О., Шаблікіна О. В. Сучасні методи органічного синтезу. К. : ВПЦ «Київський університет», 2020. 572 с.
7. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів з органічної хімії. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2015. 134 с.
8. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Органічна хімія. Херсон : ХДУ, 2014. т. 1. 438 с. т. 2. 442 с. т. 3. 274 с.

Додаткові:

9. Ластухін Ю. О. Хімія природних органічних сполук. Львів : Інтелект-захід, 2004. 557 с.
10. Ластухін Ю. О., Воронов С. А. Органічна хімія. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
11. Речицький О. Н. Реакційна здатність органічних сполук та напрямок проходження деяких органічних реакцій. Херсон : Видавництво ХДУ, 2002. 76 с.
12. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Органічна хімія. Практикум до лабораторних занять з органічної хімії. Херсон : Видавництво ХДУ, 2010. 136 с.
13. Сучасна термінологія та номенклатура органічних сполук / В. С. Толмачова, О. М. Ковтун, М. Ю. Корнілов та ін. Тернопіль : Навчальна книга «Богдан», 2008. 172 с.

14. Чирва В. Я., Ярмолук С. М., Толкачова Н. В., Земляков О. Є. Органічна хімія. Львів : Бак, 2009. 996 с.

Інтернет-ресурси:

15. Домбровський А. В., Найдан В. М. Органічна хімія. К. : Вища школа, 1992. 503 с. URL: <https://ua1lib.org/book/2039699/21e7f5>
16. Ластухін Ю. О., Воронов С. А. Органічна хімія. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с. URL: https://www.studmed.ru/lastuhin-yuo-voronov-sa-organchna-hmya-pdruchnik-dlya-vischih-navchalnih-zaklady_4549c3f4e38.html
17. Ластухін Ю. О. Хімія природних органічних сполук. Львів : Інтелект-захід, 2004. 557 с. URL: <https://www.studmed.ru/lastuhn-yuo-hmya-prirodnih-organchnihspolu3b9f3150a7a.html>
18. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie* / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>
19. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет». URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnal/>
20. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry. Французько-Український хімічний журнал* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
21. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
22. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
23. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
24. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02432d22007581b2da072>
25. Науковий журнал категорії Б. *Проблеми хімії та сталого розвитку* / Волинський національний університет імені Лесі Українки. URL: <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry/homepage>
26. Науковий журнал категорії Б. *Ukrainian Chemistry Journal. Український хімічний журнал* / Національна академія наук України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка). URL: <https://ucj.org.ua/index.php/journal/archives>
27. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas>
28. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
29. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
30. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
31. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
32. Looka. URL: <https://looka.com/>

33. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – письмове опитування, електронне тестування на платформі KSU.online, контрольні роботи;

умінь – практичні завдання, розрахункові задачі, моделювання ситуацій;

практичної орієнтації – кейс-проекти, кейс-аналіз, аналітичні огляди наукових публікацій;

комунікативних навичок та критичного мислення – наукові есе, презентації, доповіді та дискусії.

НОВІТНІ ДОСЯГЕННЯ З ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН

Програма розроблена

Близнюком Валерієм Миколайовичем, професором, доктором хімічних наук
Попович Тетяною Анатоліївною, доценткою, кандидаткою технічних наук

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти «Новітні досягнення з фахових дисциплін» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти «Новітні досягнення з фахових дисциплін» є питання сучасного стану розвитку хімічної науки в Україні та в світі, огляд нових напрямків в хімії неорганічних і органічних речовин, особливості суміжних міждисциплінарних напрямів в науці.

Міждисциплінарні зв'язки: курс «Новітні досягнення з фахових дисциплін» базується на знаннях загальної, неорганічної, органічної, фізичної, аналітичної хімії, хімії високомолекулярних сполук, фізичних методів дослідження та ідентифікації речовин, нанохімії та нанотехнології, математики та фізики в обсязі вузівських програм відповідних дисциплін та тісно пов'язаний з усіма хімічними дисциплінами, а також із суміжними: біологією, медициною, фармацією, екологією тощо.

1. Мета та завдання освітньої компоненти

1.1. Метою викладання освітньої компоненти «Новітні досягнення фахових дисциплін» є забезпечення розвитку загальнокультурних, загальнопрофесійних і професійних компетенцій майбутніх фахівців хімічної галузі через формування системи знань про сучасний стан хімічної науки і технології, відкриттів, досягнень в галузі хімії, подальшого їх узагальнення та застосування для самоосвіти і вирішення типових професійних завдань.

1.2. Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «Новітні досягнення фахових дисциплін» є

Теоретичні:

1. Формування у здобувачів професійного мислення, яке забезпечує свідомого розуміння взаємозв'язку теорії і практики для продуктивного процесу вирішення проблем в хімії і в науці взагалі.

2. Формування розуміння сталих наукових концепцій та сучасних теорій хімії, а також фундаментальних основ суміжних наук; основних фактів, концепцій, принципів і теорій, що стосуються хімічної наукової області.

3. Формування знань про сучасні методи синтезу неорганічних і органічних сполук, фізико-хімічні підходи до їх дослідження і ідентифікації, розвиток сучасних апаратурних можливостей дослідження різних хімічних і хіміко-біологічних об'єктів.

Практичні:

1. Усвідомлення та застосування можливостей новітніх можливостей з сучасних досягнень теоретичної та експериментальної хімії для вирішення задач в різних галузях виробництва, сферах науки та забезпечення якості життя людини.

2. Володіння знаннями стосовно неорганічних і органічних речовин з новими властивостями та шляхів їх одержання.

3. Вміння орієнтуватися в сучасних проблемах хімії, та її новітніх досягненнях шляхом використання різноманітних наукових джерел інформації та демонструвати аналітичний огляд сучасних наукових досліджень з хімічних напрямків.

4. Оцінювати позитивні сторони та визначати можливі ризики впровадження у виробничі процеси новітніх досягнень з хімічних наук та шляхи їх запобігання.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Фахові компетентності (ФК):

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

2. Інформаційний обсяг освітньої компоненти

Змістовий модуль 1. Новітні напрямки в хімічній науці XXI століття (1 частина).

Вступ. Хімічні інновації в науковій сфері.

Хімія як фундаментальна наука: рівняння Шредінгера, як квантовий спадкоємець рівняння класичної механіки; спіновий показник (принцип Паулі), який організовує електрони по спіновим станам і енергетичним рівням; хвильова функція – носій інформації про густину розподілу заряду і спіну.

Вирішення загальних фундаментальних проблем хімічної науки: мистецтво «хімічного синтезу»; хімічна структура і функції; керування хімічними процесами; хімічне

матеріалознавство; хімічна технологія; хімічна енергетика; хімічна аналітика і діагностика; хімія життя.

Комп'ютерне моделювання в хімії.

Комп'ютерне моделювання молекул (молекулярний дизайн) і хімічних реакцій. Переваги та можливості комп'ютерного моделювання. Застосування комп'ютерного моделювання молекул: молекулярний дизайн, хімічна технологія, фармація. Програми для моделювання в хімії. Молекулярний дизайн: структурно-орієнтований дизайн, функціонально-синтез сполук з чітко заданими властивостями.

До ключових напрямів комп'ютерної хімії належать створення інноваційного програмного забезпечення для пошуку й відбору ефективних сполук, а також кількісне моделювання взаємозв'язку між їхньою структурою та біологічною активністю.

Спінова хімія.

Спінова хімія як розділ магнетохімії. Сутність та основні поняття спінової хімії. Дизайн молекулярних магнетиків. Застосування молекулярних магнетиків в магнітному захисті від низькочастотних полів, в трансформаторах та генераторах, що мають малу вагу, в науковому приладобудуванні, кріогенній техніці, інформаційній технології, медицині, енергетиці.

Фемтохімія.

Фемтохімія як розділ хімічної кінетики. Сутність та основні поняття.

Перехідний стан хімічної реакції. Апаратне обладнання для досліджень – лазери з ультра короткими імпульсами. Нові експериментальні можливості фемтохімії. Фемтохімія в дослідженні механізмів хімічних реакцій та шляхів керування реакціями. Фемтобіологія. Основні напрями нових областей досліджень: дослідження детальних мікроскопічних хімічних та біологічних процесів; управління ними на фемтосекундній шкалі часу.

Хімія одиночних молекул.

Сутність хімії одиночних молекул – аналітичні методи для детектування одиночної молекули та її фізичного і хімічного поведінки. Хімія одиночних молекул як інструмент для керування хімічними реакціями і створення нових високих молекулярних технологій.

Просвічуюча та скануюча електронна мікроскопія. Сутність та відмінність. Скануючий тунельний мікроскоп (СТМ). Коливальна спектроскопія. Атомно-силовий мікроскоп (АСМ). Механіка одиночної молекули. Принцип роботи скануючого тунельного мікроскопу та атомно-силового мікроскопу, їх можливості в дослідженнях хімії одиночної молекули та структури нанооб'єктів.

Супрамолекулярна хімія і нанохімія.

Історичні факти виникнення та розвитку супрамолекулярної хімії. Загальні положення супрамолекулярної хімії як міждисциплінарної науки: молекулярне розпізнавання та самоорганізація, комплементарність та самокомплементарність; Супрамолекули. Рецептор і субстрат. Типи супрамолекулярних взаємодій (водневий зв'язок, електростатичні взаємодії, гідрофобні взаємодії. Темплатний синтез. Краун етери. Фізичні та спектральні способи ідентифікації та дослідження структури супрамолекулярних об'єктів.

Дві області супрамолекулярної хімії: область супрамолекул і область супрамолекулярних ансамблей. Основні класи супрамолекулярних сполук: дендримери, кавітанди, криптанди, каліксарени, комплекси «гість-господар», ротаксани, катенани, клатрати. Фононне скло, електронний кристал. Область застосування супрамолекулярних сполук. Перспективи супрамолекулярної хімії.

Окремі напрямки досліджень у нанохімії: розробка методів збирання великих молекул з атомів за допомогою наноманіпуляторів; синтез наноструктур у потоках надкритичної рідини; створення способів запобігання хімічній деградації наноструктур; отримання нових нанокаталізаторів для хімічної та нафтохімічної промисловості; дослідження механізмів

самоорганізації нанокристалів і пошук ефективних хімічних підходів до довготривалої стабілізації наноструктур.

Досягнення ядерної хімії.

Радіоактивність. Радіоактивні елементи. Ядерні реакції. Міждисциплінарність у вивченні ядерних процесів. Нові синтезовані радіоактивні елементи. Рішення однієї із задач ядерної хімії – виявлення теоретично передбачуваних суперважких елементів (елементи в передбачуваному острові стабільності, розташованого в інтервалі атомних номерів 114–164). Застосування методів ядерної хімії при дослідженні ґрунтів планет Сонячної системи і Місяця. Ядерна хімія в медицині: радіоактивні хімічні сполуки в сфері охорони здоров'я; діагностика захворювань.

Змістовий модуль 2. Новітні напрямки в хімічній науці XXI століття (2 частина).

Когерентна хімія.

Основні поняття когерентної хімії: хвильовий пакет, фаза, втрата когерентності, інтерференція, біфуркації і біфуркаційні діаграми, фазовий портрет, дивний аттрактор, фазова турбулентність. У когерентній хімії випадкове, статистичне поведіння молекул замінюється організованим, впорядкованим і синхронним: хаос стає порядком.

Когерентність як властивість хімічних систем формувати коливальні режими реакції, тобто реакції в часі, які виявляються в періодичному зміні швидкості реакції і детектуються як осциляції в виході продуктів, емісії люмінесценції, електрохімічного струму або потенціалу.

Існування «хімічної когерентності» на двох рівнях – квантовому і макроскопічному. Перший рівень – когерентність відноситься до реакційної здатності імпульсивно підготовленого ансамблю реагуючих частинок. Другий рівень – періодично в часі змінюються концентрації активних реагентів (або інтермедіатів). Квантове походження коливальності і спінової когерентності; найвідоміший приклад макроскопічної когерентності – реакція Білоусова-Жаботинського.

Когерентність спінових систем – рівень когерентності, квантова періодичність в системі двох частинок, кожна з яких є носієм електронного спіна. Перебування спінової пари в двох спінових станах: синглетному, реакційна здібність і триплетному, хімічно інертному. Електронно-спінова когерентність в фотохімічних і радіаційно-хімічних реакціях радикальних пар, в фотосинтетичних реакційних центрах в первинному фотохімічному акті поділу зарядів (і електронних спінів). Електронна когерентність – характеристичні часи коливальності і спінової когерентності, що відповідають динамічній швидкості коливального і спінового руху. Новий рівень когерентної хімії сходиться до електронного когерентного руху. Осциляція як здатність системи генерувати коливальні режими реакції.

Сучасний каталіз та хімічна кінетика.

Вступ в каталіз. Каталізатори: атоми, молекули, ензими і поверхні твердих тіл. Гомогенний каталіз. Біокаталіз. Гетерогенний каталіз. Каталіз як міждисциплінарна наука.

Кінетика хімічних реакцій. Рівняння швидкості й порядки реакцій. Реакції і термодинамічна рівновага. Механізми реакцій. Кінетика реакцій, що каталізуються ензимами. Теорії швидкостей реакцій.

Визначення параметрів каталізаторів: рентгеноструктурний аналіз, рентгеноелектронна спектроскопія, електронна мікроскопія, мессбаурівська спектроскопія, йонна спектроскопія, інфрачервона спектроскопія, методи дослідження поверхні (дифракція повільних електронів, скануюча зондова мікроскопія)

Кінетика гетерогенного каталізу: водень. Процес конверсії з водяною парою. Реакції за участю синтезгазу. Конверсія водяного газу. Синтез амоніаку. Промотори і інгібітори. Потреба у відновлювальних джерелах енергії. Водень і топлевні елементи: топлівні елементи на

протонопровідних мембранах; теплові елементи на твердих оксидах; ефективність паливних елементів; зберігання та транспортування водню.

Переробка нафти і нафтохімія. Гідроочистка, каталізatori в гідроочищенні. Каталітичний крекінг у виробництві бензину. Каталіз в реакціях полімерізації.

Каталіз і захист навколишнього середовища. Каталітична нейтралізація вихлопних газів. Процес селективного каталітичного відновлення потенційно небезпечних викидів в атмосферу.

Каталіз на наночастинках. Наночастинки металів та їх оксиди як каталізatori.

Хімія фулеренів.

Історія відкриття фулеренів. Структурні властивості фулеренів. Способи одержання фулеренів. Полімерізація фулеренів. Синтез металорганічних і органічних комплексів на базі фулеренів.

Фізичні властивості фулеренів та їх прикладне значення. Фулерити. Хімія ендоедральних сполук. «Некласичні» ендofулерени. Промотори і каталізatori вкорення атомів в структуру фулеренів.

Хімія прекурсорів.

Прекурсор як попередник або вихідна речовина, що вступає в хімічну реакцію. Хімічні сполуки як основа для утворення матеріалу з відповідним комплексом властивостей на відповідних рівнях. Рівні структури матеріалу: кристалічний – структура на атомному і йонному рівні організації речовини; рівень, який має в кристалічній структурі лінійні дефекти і він більш віддалений від атомного стану; рівень з макроскопічними дефектами, які виникають в процесі формування чи використання матеріалу. Йонні прекурсори. Молекулярні прекурсори. «Нанопрекурсори».

Хімічна медицина і фармація.

Міждисциплінарні аспекти хімічної медицини. Особливості впровадження нанотехнологій у фармацевтичне виробництво.

Об'єкти досліджень фармацевтичної розробки. Нанofармація і нанофармакологія. Основні класи носіїв у системах доставки лікарських розробок.

Основними завданнями, які розв'язуються хімічною медициною:

а) виділення в індивідуальному стані досліджуваних сполук за допомогою кристалізації, перегонки, різних видів хроматографії, електрофорезу, ультрафільтрації, ультрацентрифугування, противоточного розподілу і т.п. ;

б) встановлення структури, включаючи просторову будову, на основі підходів органічної та фізичної органічної хімії із застосуванням мас-спектроскопії, різних видів оптичної спектроскопії (ІЧ, УФ, лазерної тощо.), рентгеноструктурного аналізу ядерного магнітного резонансу, електронного парамагнітного резонансу, дисперсії оптичного обертання і кругового дихроїзму, методів швидкої кінетики та ін. ;

в) синтез і хімічна зміна досліджуваних сполук – зокрема створення аналогів і похідних для підтвердження їх структури, аналізу взаємозв'язку між будовою та біологічною функцією, а також отримання речовин із прикладним значенням;

г) біологічне тестування отриманих сполук *in vitro* (иследование в пробирке) і *in vivo* (иследование внутри живого организма).

Зелена хімія.

Сутність і завдання сталої хімії («Зелена» хімія). Визначення за IUPAC. Історія виникнення Зеленої хімії. Основні напрямки розвитку. 12 принципів Зеленої хімії. Технології зеленої хімії: воднева енергетика, технології безвідходних виробництв, технології замкнутого циклу тощо.

Зелена хімія як новітня хімічна філософія. Запобігання утворенню відходів. Створення продуктів, що самостійно розкладаються; продуктів малотоксичних; використання відновлювальних ресурсів; безпечні реагенти і розчинники в синтезі

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Бейлін М. В. Нанотехнологія, як прорив у постнекласичній науці. Харків : Оберіг, 2014. 478 с.
2. Волков С., Ковальчук Є, Огенко В., Решетняк О. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали : монографія. Київ : Наукова думка, 2008. 423 с.
3. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури : навч. посібн. Львів : Львівська політехніка, 2009. 581 с.
4. Кунтий О. І. Електрохімія та морфологія дисперсних металів : монографія. Львів : Львівська політехніка, 2008. 208 с.
5. Нанонаука, нанобіологія, нанофармація : Монографія / І. С. Чекман та ін. К. : Поліграф плюс, 2012. 328 с.
6. Петренко О.В., Яновська Е.С., Тереміленко К.В., Стусь Н.В. Зелена хімія : навч. посібник. Київ : Київський університет, 2020. 239 с.
7. Павленко В. О., Фрицький І. О. Вступ до магнетохімії : навч. посібник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2012. 167 с.
8. Пилипчук Л. Л., Близнюк В. М. Наноматеріали в хімії та фармації : навч.-метод. посіб. для студентів закладів вищої освіти. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 168 с.
9. Хартманн У. Чарівність нанотехнології. М. : БіНОМ. Лабораторія знань, 2008. 173 с.
10. Хорошилова Т. І., Хромишев В. О., Рябов С. В., Хромишева О. О. Нанохімія : підручник для студ. хім. фак. пед. ун-в. Мелітополь : Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. 206 с.
11. Кайку М. Візії: як наука змінить ХХІ сторіччя. Львів : Літопис, 2004. 544 с.

Додаткові:

12. Коваленко І. В., Лисін В. І., Андрійко О. О. Нанохімія і нанотехнології : навч. посіб. студ. напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» НТУУ «КПІ». Київ : НТУУ «КПІ», 2014. 63 с.
13. Корсак К. В. Нано-, піко-, фемтонауки як єдиний засіб руху до ноосфери та сталого розвитку. *Безпека життєдіяльності*. 2007. № 5. С. 23-26.
14. Супрамолекулярна хімія каліксаренів. *Журнал органічної та фармацевтичної хімії* / Л. І. Атамась та ін. 2009. Т.7. Вип. №2(26). С. 28-36 URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/41734/03-Atamas.pdf?sequence=1>
15. Тихомірова Ф. А. Зелена хімія: нова хімічна філософія. *Вісник ОНУ. Хімія*. №2 (2015). С. 93-100.
URL: https://www.researchgate.net/publication/285628199_GREEN_CHEMISTRY_NEW_CHEMICAL_PHILOSOPHY/fulltext/56923a9008aec14fa55d5d4a/GREEN-CHEMISTRY-NEW-CHEMICAL-PHILOSOPHY.pdf

Інтернет-джерела:

16. Англomовний журнал «Nanotechnology».
URL: <https://iopscience.iop.org/journal/0957-4484>

17. Англомовний журнал “Nano Letters” американської хімічної спільноти в галузі нанохімії та нанотехнологій.
URL: <https://pubs.acs.org/journal/nalefd>
18. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України.
URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>
19. Науковий журнал категорії А. *Наносистеми, Наноматеріали, нанотехнології*. Національна академія наук України, Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова.
URL: <https://www.imp.kiev.ua/nanosys/ua/index.html>
20. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie. Журнал хімії и технологій* / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара.
URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>
21. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет».
URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnalu/>
22. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry. Французько-Український хімічний журнал* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет.
URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
23. Науковий журнал категорії А. *Functional materials. Функціональні матеріали* / НАН України, Державна наукова установа «Науково-технологічний комплекс “Інститут монокристалів” НАН України».
URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e37847426a2d0ab74f>
24. Науковий журнал категорії Б. *Chemistry, Physics and Technology of Surface. Хімія, фізика та технологія поверхні* / Національна академія наук України, Інститут хімії поверхні ім. О.О.Чуйка НАН України.
URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e37847426a2d0ab757>
25. Сайт американського журналу «Proceedings of National Academy Sciences USA (PNAS)» зі статтями про дендримери, нанохімію та супрамолекулярну хімію.
URL: <https://www.pnas.org/>
26. Сайт журналу “Chemical Communications”, який належить Королівській хімічній спільноті Великобританії (The Royal Society of Chemistry – RSC). Повідомлення стосовно нанохімії і наноматеріалів.
URL: <https://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/cc#!recentarticles&adv>
27. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381.
URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
28. Розенфельд Л. Г., Москаленко В. Ф., Чекман І. С., Мовчан Б. О. Нанотехнології, наномедицина: перспективи наукових досліджень та впровадження їх результатів у медичну практику.
URL: <https://umj.com.ua/uk/novyna-2588-nanotexnologii-nanomedicina-perspektivi-naukovix-doslidzhen-ta-vprovadzhennya-ix-rezultativ-u-medichnu-praktiku>
29. Чекман І. С. Нанонаука в Україні: до проблеми дослідження (історичний аспект і сучасні проблеми).
URL: <http://protox.medved.kiev.ua/index.php/ua/categories/problems-articles/item/105-to-a-problem-of-nanotechnology-research-in-ukraine-historical-aspect-and-modern-problems>
30. Gamma. URL: <https://gamma.app/>

31. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
32. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
33. Looka. URL: <https://looka.com/>
34. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне опитування, електронне тестування на платформі KSU.online;

умінь – практичні завдання, моделювання ситуацій;

практичної орієнтації – аналітичні огляди наукових публікацій;

комунікативних навичок та критичного мислення – презентації, доповіді та дискусії.

СИНТЕЗ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНИХ СПОЛУК

Програма розроблена

Близнюком Валерієм Миколайовичем, професором, доктором хімічних наук
Пилипчук Людмилою Львівною, доценткою, кандидаткою біологічних наук
Речицьким Олександром Наумовичем, доцентом, кандидатом хімічних наук

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти «Синтез та ідентифікація гетероциклічних сполук» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти є склад, будова, способи одержання і аналіз гетероциклічних сполук.

Міждисциплінарні зв'язки: органічна хімія, загальна та неорганічна хімія, аналітична хімія, хімія природних сполук.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання освітньої компоненти «Синтез та ідентифікація гетероциклічних сполук» є розширення знань студентів з загальними теоретичними положеннями хімії гетероциклічних сполук та її з пізнавальним значенням.

1.2. Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «Синтез та ідентифікація гетероциклічних сполук» є

Теоретичні:

1. Формування більш повних знань про склад, будову, властивості гетероциклічних сполук.
2. Формування більш повних знань про способи добування та методи дослідження гетероциклічних сполук.

Практичні:

1. На основі теоретичних знань формування вмінь проводити синтези, виділення та очистку гетероциклічних сполук з одним та декількома гетероатомами.
2. На основі теоретичних знань формування вмінь проводити та аналіз синтезованих сполук.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- ЗК 12. Здатність працювати автономно.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 1.2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 1.3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 1.5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

ФК 1.6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

Програмні результати навчання

Р 1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 4. Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

Р 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні поняття органічної хімії.

Класифікація органічних реакцій.

Класифікація органічних реакцій за: способом розриву або утворення хімічного зв'язку, напрямком реакції, реагуючими частинками, стадією, яка визначає швидкість реакції, зміною ступеня окиснення атомів елементів органічної речовини, комбінована класифікація.

Реакційна здатність і напрямок реакцій.

Термодинамічний і кінетичний методи визначення напрямку реакції. Визначення швидкості хімічної реакції. Механізм реакції. Напрямок проходження органічних реакцій. Залежність реакційної здатності і напрямку реакції органічних речовин від стійкості проміжної частинки або перехідного стану. Вплив електронних факторів на стійкість проміжної частинки або перехідного стану (алгоритм визначення стійкості проміжної частинки або перехідного стану).

Синтез органічних речовин.

Одностадійні та багатостадійні синтези. Планування синтезу: від цвілевого продукту та від вихідного препарату. Правила складання схем синтезу органічних речовин. Синтез органічних речовин без зміни і зі зміною вуглеводневого скелету вихідних речовин.

Розділення, виділення та очистка органічних речовин.

Виділення та очистка речовин фізичними методами: фільтрування, центрифугування, перегонка (перегонка під звичайним тиском – проста перегонка, ректифікація, перегонка під вакуумом, перегонка з водяною парою), перекристалізація, екстракція, сублімація, хроматографія. Хімічні методи виділення та очистки.

Аналіз органічних речовин.

Дослідження складу, будови, властивостей фізичними (температура плавлення, температура кипіння, густина, показник заломлення, питоме обертання) і хімічними методами (елементний та структурний аналізи). Фізичні та фізико-хімічні методи встановлення будови органічних речовин: ЯМР-, ІЧ-, УФ-спектроскопія, мас-спектрометрія, хроматографічні методи. Ідентифікація органічних речовин.

Інноваційні методи та ідентифікації гетерогенних сполук.

Мікрореактори та потокова хімія. Синтез на поверхнях каталізаторів. Фотокаталіз.

Хімічна біологія та віртуальне скринінг. Використання комп'ютерних програм для віртуального скринінгу

Змістовий модуль 2. Гетероциклічні сполуки.

Гетероциклічні сполуки.

Загальні способи гетероциклізації.

Трьох- та чотирьохчленні гетероцикли.

Трьох- та чотирьохчленні гетероцикли з одним гетероатомом: азаридин та азетидин, оксиран та оксетан, тіран та тіетан. Методи синтезу. Аналіз.

П'ятичленні гетероциклічні сполуки.

П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Пірол, фуран, тіофен. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна). Методи синтезу: загальні методи взаємні перетворення, циклізація γ -дикарбонільних сполук, специфічні методи (пірол, тіофен, фуран). Аналіз.

П'ятичленні гетероциклічні сполуки, конденсовані з бензеновим кільцем. Індол. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна). Одержання індолу: циклізація фенілгідрозонів у присутності кислот, термічна конденсація. Аналіз.

П'ятичленні гетероцикли з декількома гетероатомами.

П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома атомами нітрогену. Імідазоли та піразоли. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), Методи синтезу: імідазолу та піразолу. Аналіз.

П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома різними гетероатомами. Оксазол і тіазол. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), способів одержання. Аналіз.

Шестичленні гетероциклічні сполуки.

Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна). Одержання: добування з кам'яновугільної смоли, конденсація α,β -ненасичених альдегідів з амоніаком, синтез Ганча. Аналіз.

Пірони та піролієві солі. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна), одержання. Аналіз.

Шестичленні гетероциклічні сполуки, конденсовані з бензеновим кільцем. Хінолін та ізохінолін. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна). Методи синтезу хіноліну та ізохіноліну. Аналіз.

Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома атомами нітрогену (діазини). Піридазин, піримідин, піразин. Особливості складу (якісний, кількісний), будови (хімічна, електронна). Одержання діазинів: пірадазин та його похідні, піримідин та його похідні, піразин та його похідні. Аналіз.

Вищі гетероцикли. Синтез та аналіз.

Використання штучного інтелекту (ШІ) в синтезі гетероциклічних сполук

Дизайн сполук. Вибір реакційних шляхів. Оптимізація умов реакцій. Вибір оптимального шляху синтезу. Прогнозування властивостей сполук. Обробка та аналіз великого

обсягу хімічних даних, що допомагає відкривати нові зв'язки та закономірності в синтезі гетероциклічних сполук.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Smith M. B. Organic Synthesis. Y.: Academic Press, 2016. 1083 p.
2. Tsuji J. Palladium Reagents and Catalysts: New Perspectives for the 21st Century . J. Tsuji. John Wiley & Sons, 2004. 670 p.
3. Ведута В. В., Федько Н. Ф. Органічний синтез. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. 160 с.
4. Воловенко Ю. М., Шаблікіна О. В. Циклоконденсації в органічному синтезі. К. : Вид-во КНУ, 2019. 65 с.
5. Гордієнко О. В. Вибрані методи синтезу органічних сполук. К. : Вид-во КНУ, 2019. 37 с.
6. Григоренко О. О., Шаблікіна О. В. Сучасні методи органічного синтезу. К. : ВПЦ «Київський університет», 2020. 572 с.
7. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів з органічної хімії. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2015. 134 с.
8. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Органічна хімія. Херсон : ХДУ, 2014. т. 1. 438 с. т. 2. 442 с. т. 3. 274 с.

Додаткові:

9. Shelhaas M., Waldmann H. Protecting group strategies in organic synthesis. Angew. Chemie, Int. Ed. Eng. 1996, vol. 35, p. 2056-2083.
10. Warren S. Designing Organic Syntheses. A Programmed Introduction to the Synthons Approach. John Wiley & Sons, 1991. 285 p.
11. Ластухін Ю. О. Хімія природних органічних сполук. Львів : Інтелект-захід, 2004. 557 с.
12. Ластухін Ю. О., Воронов С. А. Органічна хімія. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
13. Речицький О. Н. Реакційна здатність органічних сполук та напрямок проходження деяких органічних реакцій. Херсон : Видавництво ХДУ, 2002. 76 с.
14. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Органічна хімія. Практикум до лабораторних занять з органічної хімії. Херсон : Видавництво ХДУ, 2010. 136 с.
15. Сучасна термінологія та номенклатура органічних сполук / В. С. Толмачова, О. М. Ковтун, М. Ю. Корнілов та ін. Тернопіль : Навчальна книга «Богдан», 2008. 172 с.
16. Чирва В. Я., Ярмолюк С. М., Толкачова Н. В., Земляков О. Є. Органічна хімія. Львів : Бак, 2009. 996 с.

Інтернет-ресурси:

17. Домбровський А. В., Найдан В. М. Органічна хімія. К. : Вища школа, 1992. 503 с.
URL: <https://ua1lib.org/book/2039699/21e7f5>
18. Ластухін Ю. О., Воронов С. А. Органічна хімія. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
URL: https://www.studmed.ru/lastuhin-yuo-voronov-sa-organchna-hmya-pdruchnik-dlya-vischih-navchalnih-zakladv_4549c3f4e38.html
19. Ластухін Ю. О. Хімія природних органічних сполук. Львів : Інтелект-захід, 2004. 557 с.
URL: <https://www.studmed.ru/lastuhn-yuo-hmya-prirodnih-organchnihspolu3b9f3150a7a.html>
20. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie* / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>

21. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»). URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnalu/>
22. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry. Французько-Український хімічний журнал* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
23. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
24. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
25. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
26. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02432d22007581b2da072>
27. Науковий журнал категорії Б. *Проблеми хімії та сталого розвитку* / Волинський національний університет імені Лесі Українки. URL: <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry/homepage>
28. Науковий журнал категорії Б. *Ukrainian Chemistry Journal. Український хімічний журнал* / Національна академія наук України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка). URL: <https://ucj.org.ua/index.php/journal/archives>
29. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas>
30. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
31. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
32. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
33. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
34. Looka. URL: <https://looka.com/>
35. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне / письмове опитування, електронне тестування на платформі KSU.online, контрольні роботи;

умінь – практичні завдання, розрахункові задачі, моделювання ситуацій та хімічних процесів (синтезів);

практичної орієнтації – кейс-проекти, кейс-аналіз;

комунікативних навичок та критичного мислення – презентації, доповіді та дискусії.

СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Програма розроблена

Вишневською Людмилою Василівною, доценткою, кандидаткою педагогічних наук
Решновою Світланою Федорівною, доценткою, кандидаткою педагогічних наук

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти «Сучасні освітні технології» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Сучасні освітні технології» є теоретико-методичні основи, структура, класифікація та сучасні тенденції розвитку освітніх технологій і технологій навчання, їхнє застосування в освітньому процесі з урахуванням інноваційних та цифрових підходів.

Міждисциплінарні зв'язки: курс «Сучасні освітні технології» ґрунтується на знаннях предметів хімічного, суспільно-соціального, психолого-педагогічного циклів, має орієнтуватися на тенденції сучасного розвитку педагогічної теорії, практики і методики навчання хімії. Суттєвою ланкою навчання, що зв'язує методичну підготовку студента з його професійною діяльністю, є педагогічна практика у закладах загальної середньої та вищої школи.

Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Сучасні освітні технології» є формування у здобувачів магістерського рівня комплексного розуміння сучасних освітніх технологій, розвиток умінь аналізувати, критично осмислювати та ефективно застосовувати технології навчання в своїй професійній діяльності.

1.2. **Основними** завданнями навчальної дисципліни «Сучасні освітні технології» є:

Теоретичні:

1. Аналізувати сутність, структуру та класифікацію сучасних освітніх технологій.
2. Характеризувати співвідношення понять «метод», «методика», «технологія навчання» та «освітня технологія».
3. Критично осмислювати теоретико-методологічні підходи до побудови технологій навчання.
4. Визначати ознаки ефективності та критерії оцінки освітніх технологій.
5. Оцінювати сучасні тенденції розвитку освітніх технологій у контексті цифровізації та інновацій.

Практичні:

1. Добирати відповідні освітні технології залежно від мети, змісту і форм організації навчання.
2. Проектувати моделі технологій навчання з урахуванням цільових, змістових, діяльнісних та мотиваційних компонентів.
3. Оцінювати ефективність впровадження різних типів технологій навчання у практичних ситуаціях.
4. Моделювати навчальні ситуації із застосуванням інтерактивних, проблемних, диференційованих, дистанційних та інших сучасних технологій.
5. Інтерпретувати результати застосування освітніх технологій для оптимізації навчального процесу.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Фахові компетентності (ФК)

ФК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК 9. Здатність здійснювати освітню діяльність у закладах вищої освіти при викладанні хімічних дисциплін.

Програмні результати навчання

Р 14. Застосовувати сучасні освітні технології та методики викладання хімічних дисциплін у закладах вищої освіти.

Р 15. Готовність, на основі самопізнання, формувати власний стиль педагогічної діяльності та професійного спілкування.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теоретико-методичні засади та класифікація освітніх технологій.

Сутність та класифікація освітніх технологій.

Поняття «освітні технології». Еволюція поглядів на освітні технології, співвідношення понять «метод», «методика», «технологія».

Структура освітньої технології. Класифікація освітніх технологій. Критерії класифікації: за дидактичною метою, рівнем застосування, засобами реалізації. Критерії освітньої технології: цілеспрямованість, системність, відтворюваність (технологічність), ефективність, керованість, відповідність психолого-педагогічним принципам, можливість діагностики результатів.

Технології навчання як підсистема освітніх технологій.

Поняття «технології навчання». Співвідношення понять: «метод», «методика», «технологія навчання», «освітня технологія».

Теоретико-методологічні підходи до побудови та аналізу технологій навчання: дидактичний, системний, діяльнісний, особистісно орієнтований, компетентнісний, конструктивістський.

Основні типи технологій навчання: традиційні технології навчання; інноваційні (сучасні) технології; цифрові та дистанційні технології; технології на основі підходів

особистісно орієнтованого навчання, компетентісно орієнтованого навчання, технології навчання у співпраці (кооперативне навчання), тьюторської та фасилітаційної підтримки; комплексні (інтегровані) моделі/технології навчання.

Структура технології навчання: цільовий компонент (освітня мета); змістовий компонент (навчальний матеріал); операційно-діяльнісний компонент (методи, форми, засоби навчання); контрольно-оцінювальний компонент (форми оцінювання результатів); мотиваційний компонент.

Ознаки та критерії ефективної технології навчання: передбачуваність результатів, відтворюваність, керованість, ефективність, системність, дієвість у різних навчальних контекстах.

Взаємозв'язок технологій навчання з іншими компонентами освітнього процесу: взаємодія з виховними технологіями, зв'язок з оцінюванням (особливо формувальним), роль у реалізації освітніх стандартів.

Освітні технології: сучасні підходи до організації навчання.

Технології організації навчання: інтерактивне навчання, проблемне навчання, диференційоване навчання, проєктне навчання, програмоване навчання, змішане та дистанційне навчання.

Технології цифрового навчання та ІКТ: онлайн-платформи (Moodle, Zoom тощо), хмарні технології.

Освітні технології для розвитку особистості: фасилітація, тьюторство; підтримка індивідуальних освітніх траєкторій; безперервний професійний розвиток

Змістовий модуль 2. Технології навчання як складова сучасних освітніх технологій: моделі та практики впровадження.

Технології інтерактивного навчання.

Технологія інтерактивного навчання: активна взаємодія здобувачів освіти між собою та з викладачем для спільного засвоєння знань через співпрацю, обговорення і творчий пошук рішень.

Сутність та принципи інтерактивного навчання. Види технологій інтерактивного навчання: 1) інноваційна технологія навчання (дискусії, дебати, навчальні ігри); 2) технологія навчання у співпраці (кооперативне навчання) (групові дискусії, спільну діяльність). Навчальна дискусія: форма та структура. Дебати. Тренінги.

Технологія проблемного навчання.

Проблемне навчання як організація пошукової діяльності здобувачів освіти, розвиток критичного та системного мислення, активізація індивідуальної позиції здобувача.

Модель організації проблемного навчання за етапами: створення проблемних ситуацій та їх обговорення (формування зацікавленості здобувачів до даного питання або наближення проблеми до них); формулювання чіткої проблеми; формулювання робочої гіпотези; засоби перевірки запропонованих гіпотез (залучення здобувачів до активної розумової діяльності); детальний аналіз результатів перевірки гіпотези; формулювання висновків та узагальнень по конкретній проблемній ситуації.

Технологія програмованого навчання.

Програмоване навчання, як організований процес керування модератором (викладачем) послідовного засвоєння студентами фахових хімічних знань і вмінь у закладах вищої освіти. Програмоване навчання - використання алгоритмізованих підходів, навчальних програм, електронних тренажерів.

Провідна ідея програмованого навчання - поетапне виконання здобувачами дій (кроків) для засвоєння запропонованої навчальної інформації або вмінь.

Особливості створення навчальної програми для впровадження програмованого навчання та роль комп'ютерних технологій як інструменту підтримки розробки таких програм. Огляд узагальнених особливостей програмованого навчання.

Застосування алгоритмічних підходів у навчанні як різновиду програмованого навчання, зокрема у конкретних навчальних ситуаціях з хімії.

Технології диференційованого навчання.

Диференційоване навчання, як технологія навчання із спеціальною організацією навчального процесу з метою максимального врахування індивідуальних особливостей, інтересів, здібностей та стартового рівня підготовки кожного здобувача.

Ключові принципи диференційованого навчання. Диференціація на різних рівнях навчання. Види диференційованого навчання: рівнева диференціація, індивідуальна диференціація, інтересова (мотивована) диференціація, профільна (соціальна) диференціація. Форми диференційованого навчання: фронтальна з диференційованими завданнями, групова робота з диференціацією, індивідуальна форма, варіативне навчання, робота за маршрутними листами або картками.

Тьюторська та фасилітаційна підтримка через персональний супровід учня при диференційованому навчанні.

Технології дистанційного навчання.

Дистанційне навчання як форма організації освітнього процесу, що передбачає віддалену взаємодію учасників навчального процесу з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

Засоби та форми дистанційного навчального курсу: відео, аудіо та анімаційних матеріалів, вебінари, онлайн-тести та завдання, форум для обговорень та консультацій, використання електронних освітніх платформ, мультимедійних технологій.

Хмарні технології: зберігання та обробка навчальних матеріалів у хмарних сервісах для забезпечення доступності та безпеки даних.

Дистанційне навчання на платформі KSU.online (Moodle) в Херсонському державному університеті.

Ігрові та проектні технології.

Мета впровадження ігрових методів на окремих заняттях: підвищення мотивації, активізація пізнавальної діяльності, формування навичок командної роботи та розвиток критичного мислення.

Дидактичні та методичні засади впровадження ігрових технологій у процесі навчання хімії. Види ігрових технологій у хімічній освіті (рольові, ділові, інтелектуальні ігри, хімічні квести, тематичні вікторини тощо).

Проектне навчання як модифікація продуктивного підходу. Мета проектного навчання: розвиток самостійності, творчості, комунікаційних навичок, міжпредметної інтеграції та дослідницької компетентності здобувачів освіти.

Сутність проектного навчання як одна з форм продуктивного навчання: робота в команді, спільна діяльність над навчальним проектом, орієнтована на досягнення практичного результату.

Комплексний підхід до створення навчальних проєктів природничого спрямування (актуальність тематики, дослідницька діяльність, презентація результатів і рефлексія).

Складові технології реалізації проєктів на заняттях із природничих дисциплін: планування, розподіл ролей, збір і аналіз інформації, виконання досліджень, підготовку та захист проєкту.

Основні етапи виконання навчального проєкту (визначення теми та мети, планування діяльності, збір і опрацювання інформації, виготовлення продукту (презентація, доповідь, експеримент тощо), презентація результатів, рефлексія та оцінювання).

Інноваційні освітні практики та тренди майбутнього.

Мета: всебічний розвиток здобувачів освіти шляхом формування гнучких, міждисциплінарних і професійних компетентностей, розвитку критичного та творчого мислення, самостійності, цифрової грамотності й готовності до навчання впродовж життя в умовах змін і викликів сучасного світу.

Моделі STEM/STEAM-освіти, CLIL (предметно-мовне інтегроване навчання).

Штучний інтелект в освіті: адаптивні системи навчання, персоналізовані освітні траєкторії, автоматизоване оцінювання, навчальні чат-боти. Активна інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у наукові дослідження магістрів Херсонського державного університету.

Віртуальна, доповнена та змішана реальність (VR/AR/MR) у навчальному процесі: моделювання, віртуальні тренажери, інтерактивні лабораторії.

Гейміфікація нового покоління: інтеграція механік комп'ютерних ігор, освітні квести, застосування блокчейн-технологій для сертифікації досягнень.

Освітні інновації майбутнього: прогноз розвитку технологій, зокрема нейроосвіта, біоаджуванти для навчання, інтеграція освіти з наукою та бізнесом.

Глобальні тенденції розвитку освіти: концепція lifelong learning як підхід до безперервного розвитку особистості через постійне оновлення знань і навичок.

Безперервний професійний розвиток: орієнтація на вдосконалення професійних компетентностей через підвищення кваліфікації, додаткову освіту та професійні тренінги.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Воловик П. М. Педагогічна технологія оцінювання ефективності нових методів навчання та виховання за допомогою непараметричних критеріїв. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2004. Вип. II. С. 8-15.
2. Інновації у вищій освіті: проблеми, досвід, перспективи : монографія / П. Ю. Саух та ін.; за ред. П. Ю. Саух. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2011. С. 14-19.
3. Освітні технології : навч.-метод. посіб. / О. М. Пехота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін.; за ред. О. М. Пехоти. К. : Вид-во А.С.К., 2003. 255 с.
4. Педагогічні технології: теорія та практика: Курс лекцій : навч. посіб. / за ред. проф. М. В. Гриньової. Полт. держ. пед. ун-т. 2004. 180 с.
5. Стрельников В. Ю., Брітченко І. Г. Сучасні технології навчання у вищій школі : модульний посібник для слухачів авторських курсів підвищення кваліфікації викладачів МПК ПУЕТ. Полтава : ПУЕТ, 2013. 309 с.
6. Янкович О., Беднарек Ю., Анджеевська А. Освітні технології сучасних навчальних закладів : навч.-метод. посіб. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2015. 212 с.
URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/9075/1/JAnkovich_Osvit_tex.pdf

Додаткові:

7. Вишневська Л. В., Решнова С. Ф. Задачі з методики викладання шкільного курсу хімії: Практикум для здобувачів ступенів вищої освіти першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів освітніх програм Середня освіта (Хімія) спеціальності 014 Середня освіта (Хімія) (денна, заочна та дистанційна форми навчання). 2-ге вид.; перероб. та доп. Херсон : Айлант, 2021. 128 с.
8. Вишневська Л. В., Попович Т. А. Загальна та неорганічна хімія (Частина 1. Загальна хімія): Лабораторний практикум для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти фармацевтичних спеціальностей галузі знань 22 Охорона здоров'я (денна та заочна форми навчання). Херсон : Айлант, 2021. 196 с.
9. Діденко Л., Вишневська Л. Формування предметних компетентностей з хімії у

школярів засобами інформаційно-комп'ютерних технологій. *The I International Science Conference "Problems of modern science and practice"* (September 21-24, 2021, Boston, USA). Р. 83-87.

10. Загальні політики використання штучного інтелекту в навчанні, викладанні й дослідженнях у Херсонському державному університеті : Наказ від 20.06.2023 №281-Д. ХДУ : Івано-Франківськ, 2023. 18 с. URL: <https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx?id=00653012-555c-46b2-bb64-05ba9bf26773>

11. Положення про дистанційне навчання в ХДУ (наказ від 14.02.2014 № 140-Д) <https://www.kspu.edu/Legislation/educationalprocessdocs.aspx>

12. Попович Т. А. Дистанційний курс з неорганічної хімії в системі організації самостійної роботи студентів хімічних спеціальностей закладів вищої освіти. *Дистанційне навчання студентів: теорія і практика* [електронний збірник] : наук.-метод. праці Херсонського державного університету / за ред. С. А. Омельчука. Херсон : ХДУ, 2020. С. 59-68.

URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/12830/1.%20%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86.%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81.pdf?sequence=1>

13. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Можливості використання комплексної комп'ютерної програми з органічної хімії в дистанційному навчанні. Роль опорних схем в організації дистанційного навчання студентів. *Дистанційне навчання студентів: теорія і практика* : наук.-метод. праці Херсонського державного університету / за ред. С.А. Омельчука. Херсон : ХДУ, 2020. С. 69-74. URL: <https://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/12830/1.%20%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86.%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81.pdf?sequence=1>

14. Речицький О. Н., Решнова С. Ф., Попович Т. А. Збірник завдань з органічної, біологічної, аналітичної та фармацевтичної хімії для самостійної студентів : практикум для студ. закл. вищ. освіти спец. 226 Фармація, промислова фармація денної та заочної форми навчання. Херсон : Вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2020. 132 с.

15. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студ. хім. та фарм. спец. закл. вищої освіти. 2-ге вид; доп. та перероб. Херсон : Олді-плюс, 2020. 304 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/10717>

16. Ярошенко О. Г., Іващенко О. В. Модульно-рейтингова технологія навчання дисципліни «Методика складання та розв'язування розрахункових задач з хімії» : практикум для студ. вищ. пед. навч. закл. хім. спец. / за ред. О. Г. Ярошенко. К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2005. 149 с.

Інтернет-джерела:

17. Бистрова Ю. В. Інноваційні методи навчання у вищій школі України. *Право та інноваційне суспільство*. № 1 (4). 2015. С. 27-28. URL: <https://apir.org.ua/wp-content/uploads/2015/04/Bystrova.pdf>

18. Журнал *Збірник наукових праць. Педагогічні науки* / Херсонський державний університет. URL: <https://ps.journal.kspu.edu/index.php/ps/about>

19. Журнал *Неперервна професійна освіта: теорія і практика* (Київський університет імені Бориса Грінченка) / Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих НАПН України. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e27847426a2d0ab560>

20. Журнал *Нова педагогічна думка* / Рівненський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти. Рівненський державний гуманітарний університет. URL: <http://npd.roippo.org.ua/index.php/NPD/informacion>
21. Журнал *Новий колегіум* / Харківський національний університет радіоелектроніки, Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди, Харківський регіональний інститут державного управління Національної академії державного управління при Президентові України (ХарІ НАДУ), приватна фірма «Колегіум»). URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5bb73fdae9c40f3829506f72>
22. Журнал *Огляд сучасної вищої освіти*. The Modern Higher Education Review / Київський університет імені Бориса Грінченка. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5f0eee49e9c40f7a10001eb5>
23. Журнал *Освіта та педагогічна наука*. Education and Pedagogical Sciences / ДЗ Луганський національний університет імені Тараса Шевченка. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e27847426a2d0ab57b>
24. Журнал *Освітні обрії* / Івано-Франківський обласний інститут післядипломної освіти. ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5e7d5787e9c40f681e6b01b6>
25. Журнал *Освітній вимір*. Educational Dimension / ДВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5f8849c0e9c40f769916ede5>
26. Журнал *Педагогічні науки*. Pedagogical Sciences / Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e27847426a2d0ab58f>
27. Журнал *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології* / Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e27847426a2d0ab590>
28. Журнал *Український педагогічний журнал*. Ukrainian Educational Journal / Інститут педагогіки НАПН України. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e27847426a2d0ab70d>
29. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>
30. Науковий журнал *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки*. Zhytomyr Ivan Eranko State University Journal. Pedagogical Sciences». URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5e73b903e9c40f4f8d03d1e5>
31. Науковий журнал *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки»*. Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Series «Pedagogical Science» / Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e17847426a2d0ab2f3>
32. Науковий журнал *Гірська школа Українських Карпат* / ДВНЗ Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e17847426a2d0ab31f>
33. Науковий журнал *Журнал Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника*. Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University / Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5e7d46f0e9c40f681e6b01b5>
34. Науковий журнал *Інноваційна педагогіка*. Innovate Pedagogy/ ПУ Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5bb5d16be9c40f722a0d9113>

35. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогіка* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm> 4
36. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Педагогіка* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
37. Науковий журнал *Наука і освіта. Science and Education* / Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського. URL: <https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/>
38. Науковий журнал *Наукове сходження: Педагогічна освіта. Science Rise: Pedagogical Education*. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e37847426a2d0ab7e8>
39. Науковий журнал *Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету ім. К.Д. Ушинського. Scientific bulletin of South Ukrainian National Pedagogical University name dafter K. D. Ushynsky* / Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e27847426a2d0ab4d2>
40. Науковий журнал *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук* / Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського. URL: <https://intranet.vspu.edu.ua/naturalscience/index.php/journal/issue/view/6>
41. Науковий журнал *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка* / Тернопільський національний педагогічний університету імені Володимира Гнатюка. URL: <https://nfv.ukrintei.ua/view/5b1925e27847426a2d0ab522>
42. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського) рівня вищої освіти : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
43. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
44. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
45. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
46. Looka. URL: <https://looka.com/>
47. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне / письмове опитування, електронне тестування на платформі KSU.online, контрольні роботи;

умінь – практичні завдання, моделювання ситуацій;

практичної орієнтації – кейс-проекти, кейс-аналіз, аналітичні огляди наукових публікацій;

комунікативних навичок та критичного мислення – наукові есе, презентації, доповіді та дискусії.

ХІМІЯ РОЗЧИНІВ

Програма розроблена

Попович Тетяною Анатоліївною, доценткою, кандидаткою технічних наук

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти «Хімія розчинів» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення дисципліни «Хімія розчинів» є сучасні уявлення про теорії та класифікацію розчинів, фізико-хімічні властивості водних і неводних розчинів електролітів і неелектролітів, механізми протікання хімічних процесів у рідкофазних системах, а також методи підготовки, аналізу й застосування розчинів у лабораторній і виробничій практиці.

Міждисциплінарні зв'язки: курс «Хімії розчинів» базується на знаннях загальної, неорганічної, фізичної, аналітичної хімії, хімічної технології, математики та фізики в обсязі вузівських програм відповідних дисциплін, тісно пов'язаний із освітніми компонентами магістерського рівня, такими як «Хімічний аналіз об'єктів навколишнього середовища», «Нанохімія та нанотехнологія», «Вибрані розділи неорганічної хімії», а також із суміжними дисциплінами: біологією, медициною, фармацією, екологією та ін. Майже жодна галузь виробництва не обходиться без застосування водних (неводних) розчинів, тому знання основ та механізмів процесів, що проходять в даних гомогенних системах необхідні для успішного і прогнозованого керування хімічними процесами, як в лабораторних, так і в промислових умовах.

1. Мета та завдання освітньої компоненти

1.1. Метою викладання дисципліни «Хімія розчинів» є формування у магістрантів системного уявлення про властивості та закономірності поведінки розчинів різного типу, здатності аналізувати, пояснювати, порівнювати й обґрунтовувати фізико-хімічні процеси в розчинах, що є основою для подальшого професійного застосування у науковій, аналітичній, технологічній та освітній діяльності.

1.2. Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «Хімія розчинів» є

Теоретичні:

1. Аналізувати основні теорії утворення та властивостей розчинів електролітів і неелектролітів.
2. Характеризувати закономірності фізико-хімічних процесів у водних і неводних середовищах.
3. Порівнювати властивості різних типів розчинів та умови протікання хімічних реакцій у них.
4. Характеризувати процеси рівноваги, розчинності, констант кислотності, основності, комплексоутворення тощо.
5. Обґрунтовувати шляхи дослідження хімічних процесів у розчинах природного, біологічного або технологічного походження.

Практичні:

1. Виконувати розрахунки концентрацій розчинів у різних одиницях (молярність, моляльність, титр тощо) та готувати розчини заданої концентрації з урахуванням вимог до точності й чистоти реагентів.

2. Застосовувати методи кондуктометрії, потенціометрії, спектрофотометрії для дослідження властивостей розчинів.
3. Аналізувати напрямки перебігу хімічних реакцій на основі рівноважних констант і впливу зовнішніх факторів (концентрації, температури, тиску).
4. Оцінювати можливості регулювання хімічних процесів у рідкофазних системах шляхом зміни умов середовища.
5. Порівнювати ефективність різних способів визначення властивостей розчинів у практичних завданнях хімії, біології, екології та фармації.
6. Удосконалювати навички статистичного аналізу отриманих експериментальних даних.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології

Фахові компетентності (ФК)

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними

Програмні результати навчання

Р 2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

2. Інформаційний обсяг освітньої компоненти

Змістовий модуль 1. Основи хімії розчинів. Розчини неелектролітів.

Вступ в хімію розчинів.

Дисперсні системи, загальні уявлення, основні поняття та визначення. Класифікація дисперсних систем. Гомогенні та гетерогенні системи. Істинні розчини.

Історія вчення про розчини. Фізична теорія розчинів (Вант-Гофф, Арреніус). Хімічна теорія розчинів – гідратна теорія розчинів Д. І. Менделєєва. Сучасна фізико-хімічна теорія розчинів (Каблуков та ін.).

Розчини серед механічних сумішей та хімічних сполук. Методи фізико-хімічного аналізу розчинів. Значення розчинів у природі, техніці та житті людини.

Кількісний склад розчинів.

Компоненти розчину. Кількісне вираження складу розчинів: масова частка, об'ємна частка, молярна або мольна частка, сольватне число, молярність, масова концентрація, об'ємна концентрація, титр розчину, титр розчину за визначуваним компонентом, молярна концентрація, молярна концентрація еквіваленту.

Механізм та теплові ефекти розчинення.

Основні етапи фізико-хімічного процесу розчинення. Теплові ефекти процесу розчинення. Екзо- та ендотермічні ефекти. Інтегральна та диференціальна теплоти розчинення. Термодинамічні і термохімічні позначення. Механізм процесу розчинення сполук з йонним та ковалентним полярним зв'язком. Розчинення як оборотний процес.

Розчинність. Насичені, ненасичені, перенасичені, концентровані та розведені розчини. Розчинність газів, рідин, твердих речовин. Вплив різних факторів на розчинність: природа розчиненої речовини і розчинника, температури, тиску. Коефіцієнт розчинності, добуток розчинності, криві розчинності, критична температура розчинення, закон розподілення Нернста, закон Генрі-Дальтона, закон Сеченова, висолювання, сольовий ефект.

Колігативні властивості розчинів.

Дифузія. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа та умови його використання. Ізотонічні розчини. Плазмоліз. Гемоліз. Роль осмосу в біологічних процесах. Кріоскопія і ебуліоскопія. Визначення молекулярної маси розчиненої речовини.

Рівновага «рідкий розчин-насичена пара».

Тиск насиченої пари бінарних рідких розчинів. Закон Рауля, ідеальні розчини.

Розчини з позитивним та негативним відхиленням від закону Рауля. Причини відхилення. Діаграми рівноваги «рідина-пара» в бінарних системах. Закони Коновалова. Азеотропні розчини. Теорія перегонки. Фракційна перегонка. Ректифікаційні колони.

Тиск пари над сумішшю взаємно нерозчинних рідин. Перегонка з водяною парою. Рівновага «рідина-рідина». Діаграми стану обмежено змішуючи рідин. Використання їх в техніці.

Термодинаміка ідеальних і неідеальних розчинів. Хімічний потенціал коефіцієнт, коефіцієнт активності. Рівняння Гіббса-Дюгема-Маргулеса для бінарних розчинів.

Змістовий модуль 2. Розчини електролітів. Буферні розчини. Неводні розчини.

Теорія електролітичної дисоціації.

Причини і механізм електролітичної дисоціації. Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Слабкі електроліти. Ступінь і константа дисоціації. Йонна рівновага; зв'язок між концентрацією, константою дисоціації і ступенем дисоціації. Закон розведення Освальда. Ізотонічний коефіцієнт. Сполуки з іонним, ковалентним полярним та ковалентним неполярним зв'язками.

Вода як розчинник.

Склад, будова молекули дигідроген оксиду, будова і властивості простої речовини води. Сучасні уявлення про структуру води. Полярність молекули. Водневі зв'язки. Донорно-акцепторна взаємодія. Поверхневий натяг. Кластери і клатрати. Фізичні властивості води: агрегатний стан; аномальні властивості води: температури кипіння, плавлення, густина, теплоємність, пароутворення тощо. Хімічні властивості води. Електролітична дисоціація води. Амфотерність води. Водневий показник. Методи визначення рН.

Розчини сильних електролітів.

Теорія Дебая-Гюккеля «сильних електролітів»: основні положення. Йонна атмосфера. Активність, коефіцієнт активності сильних електролітів. Йонна сила розчинів. Розрахунок коефіцієнта активності із рівняння Дебая-Гюккеля.

Електропровідність електролітів: питома та еквівалентна електропровідність, вплив температури, концентрації та природи електроліта на електропровідність.

Йонна рухливість і числа переносу

Закон Кольрауша, рівняння Стокса. Вплив радіуса, заряду, в'язкості та концентрації.

Аномальна рухливість H_3O^+ та OH^- (естафетний механізм).

Електрофоретичний та релаксаційний ефекти.

Дисперсія електропровідності.

Єдність властивостей сильних і слабких електролітів (Н.А.Ізмайлов).

Буферні та колоїдні розчини.

Буферні розчини, їх роль в аналізі. Типи буферних систем, їх класифікація. Механізм дії буферних систем. Буферна ємність. Розрахунки концентрації йонів H^+ , OH^- , pH і pOH буферних систем. Біологічне значення буферних систем.

Загальні уявлення про колоїди як наносистеми. Електрокінетичні властивості колоїдних систем. Методи отримання колоїдних систем. Коагуляція колоїдних систем. Колоїдоутворення в хімічному аналізі.

Фізико-хімічні основи хімії неводних розчинів.

Вплив розчинника на розчинність речовин. Класифікація розчинника за фізичними та хімічними властивостями. Константи рівноваги в неводних і змішаних розчинниках. Визначення констант дисоціації методом електропровідності, методом електрорушійних сил.

Методи фізико-хімічного аналізу розчинів.

Оптичні методи: фотометрія, рефрактометрія, поляриметрія.

Електрохімія розчинів: кондуктометрія, потенціометричні методи аналізу, полярографія, амперометричне титрування, кулонометрія.

Актуальні напрями розвитку хімії розчинів.

Розчини у надкритичних іонних рідинах, глибокі евтектичні розчинники (DES), як перспективні середовища для зелених технологій, синтезу та екстракції.

Розробка та дослідження нанофлюїдів і колоїдних систем, застосування в енергетиці, медицині, матеріалознавстві.

Електролітні розчини для енергетичних систем: акумулятори, суперконденсатори, паливні елементи.

Розчини в умовах екстремальних температур і тиску; застосування в геохімії, космічній хімії та для створення матеріалів нового покоління.

Комп'ютерне моделювання процесів у розчинах із використанням методів молекулярної динаміки та квантової хімії.

Аналітика мікрооб'ємів розчинів: мікрофлюїдні технології, сенсорика, біосенсори.

Вивчення процесів у біологічних розчинах, як міждисциплінарні дослідження на межі хімії, біохімії, медицини та фармації.

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Лебідь В. І. Фізична хімія. Харків : Гімназія, 2008. 310 с.
2. Степаненко О. М., Рейтер А. Г., Ледовський В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія : підручник в 2-х ч. Київ : Педагогічна преса, 2000. Ч. I. 568 с. Ч. II. 783 с.

3. Телегуз В. С. Основи загальної хімії : навч. посіб. для студентів хімічних спеціальностей вузів. К. : Новий світ, 2000. 424 с.
4. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Яковленко Б. В., Попович Т. А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу : навч.-метод. посіб. Херсон : Атлант, 2013. 404 с. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/320>
5. Яцимирський В. К. Фізична хімія : підручник для студ. вищ. навч. закл. Київ : Ірпінськ, ВТФ «Перун», 2007. 512 с.
6. Яцков М. В., Буденкова Н. М., Мисіна О. І. Фізична та колоїдна хімія : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2016. 164 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/5047/1/V75.pdf>

Додаткові:

7. Івашина Г. О., Шепель А. Ю. Посібник з курсу фізичної та колоїдної хімії. Херсон : Айлант, 2004. 134 с.
8. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посіб. К. : Вища шк., 2005. 639 с.
9. Неділько С. А., Попель П. П. Загальна та неорганічна хімія: задачі та вправи : навч. посіб. К. : Либідь, 2001. 400 с.
10. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія. Практикум : навч. посіб. Київ : Либідь, 2003. 208 с.
11. Рябініна Г. О., Іванищук С. М. Практикум з фізичної та колоїдної хімії. Херсон : Грінь Д. С., 2015. 98 с.
12. Сегеда А. С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз. К. : Либідь, 2002. 218 с.
13. Сегеда А. С. Аналітична хімія. Якісний і кількісний аналіз. К. : ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2003. 312 с.
14. Слободяник М. С., Улько Н. В., Бойко К. М., Самойленко В. М. Загальна та неорганічна хімія. Практика : навч. посіб. для студ. хім. і нехім. спец. вищих навч. закладів. Київ : Либідь, 2004. 336 с.
15. Смик Н. І. Електрохімічні методи аналізу. Задачі та запитання для самостійної підготовки : навч. посіб. К. : ВПЦ «Київський університет», 2020 176 с. URL: <https://anchem.knu.ua/books/conductometry-lab-work.pdf>
16. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Іванищук С. М., Повстяний М. В. Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів. Херсон : Олді-плюс, 2017. 516 с. URL: <https://knushop.com.ua/image/catalog/oldi202305/pdf/350.pdf>

Інтернет-джерела:

17. Запольський А. К. Сучасні уявлення про структуру води та нова гідраційна теорія стійкості водних колоїдно-дисперсних систем. *Вода і очисні технології*. Науково-технічні вісті. № 2(19), 2016. С.19-30.
URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/20791/1/VVT19_3Zapolskiy.pdf
18. Донцова Т. А. Інноваційні неорганічні технології : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 291 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/29858/1/Dontsova_INT.pdf
19. Коваль В. М. Фізичні основи сенсорики: Конспект лекцій : навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 130 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42035/1/Koval-V_Osnovy-sensoryky_posibnyk_konspekt.pdf
20. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України.
URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>
21. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie* / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара.

- URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>
22. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»). URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnalu/>
 23. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry. Французько-Український хімічний журнал* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
 24. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
 25. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
 26. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
 27. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02432d22007581b2da072>
 28. Науковий журнал категорії Б. *Проблеми хімії та сталого розвитку* / Волинський національний університет імені Лесі Українки. URL: <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry/homepage>
 29. Науковий журнал категорії Б. *Ukrainian Chemistry Journal. Український хімічний журнал* / Національна академія наук України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка). URL: <https://ucj.org.ua/index.php/journal/archives>
 30. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas>
 31. Сучасні уявлення про структуру води та електропровідність води / А. К. Запольський, К. Д. Першина, А. І. Герасимчук та ін. Вода і очисні технології. Науково-технічні вісті. № 3(13), 2013. С. 24-40. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/20791/1/VVT19_3Zapolskiy.pdf
 32. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
 33. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
 34. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
 35. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
 36. Looka. URL: <https://looka.com/>
 37. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне опитування, електронне тестування на платформі KSU.online, вхідний контроль знань;

умінь – практичні завдання, розрахункові задачі, моделювання ситуацій;

практичної орієнтації – кейс-аналіз;

комунікативних навичок та критичного мислення – презентації, доповіді та дискусії.

ХІМІЯ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ

Програма розроблена

Волковою Світланою Андріївною, доценткою, кандидаткою хімічних наук
Пилипчук Людмилою Львівною, доценткою, кандидаткою біологічних наук

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти «Хімія твердих відходів» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Предметом вивчення освітньої компоненти є склад твердих відходів різних галузей промисловості та можливість їх утилізації.

Міждисциплінарні зв'язки: Освітня компонента «Хімія твердих відходів» базується на знаннях із загальної, неорганічної, аналітичної та органічної хімії, фізики, математики, біології.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання курсу є формування у здобувачів знань про закономірності та екологічні проблеми технологій очищення і знезараження відходів виробничої діяльності на підприємствах хімічного комплексу. Цей курс допоможе студентам розуміти складність проблеми та важливість хімічних аспектів управління твердими відходами, сприяючи розвитку компетентностей у галузі сталого розвитку та охорони довкілля.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

Теоретичні:

1. З'ясувати основні поняття та терміни, пов'язаних з хімією твердих відходів, таких як вторинні сировинні матеріали, відновлення, переробка, утилізація тощо.
2. Вивчити процеси утворення та класифікації твердих відходів за хімічним складом та властивостями, а також їх впливу на довкілля та здоров'я людини.
3. Провести аналіз методів та технологій обробки твердих відходів, включаючи використання хімічних реакцій для подальшого перероблення та утилізації.
4. Вивчити законодавство та нормативно-правового регулювання в галузі управління твердими відходами та вимог щодо хімічної безпеки під час їх обробки та утилізації.

Практичні:

1. Дослідити можливості використання зелених хімічних методів у управлінні твердими відходами з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.
2. Розглянути практичні кейсів та проекти, пов'язані з інноваційними підходами до хімічної обробки та утилізації твердих відходів.
3. Розвинути навички аналізу, критичного мислення та розв'язання проблем, пов'язаних з хімією твердих відходів.
4. Підготуватись до практичної роботи в галузі управління твердими відходами, та впроваджувати здобуті знання для забезпечення ефективного та сталого управління відходами.
5. Оволодіти теоретичними основами курсу.
6. Сформувати вміння користування довідковою літературою.

1.3. Програмні компетентності та результати навчання

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі хімії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК 12. Здатність працювати автономно.

ЗК 13. Здатність до активного збереження довкілля.

ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК 5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

ФК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).

Програмні результати навчання

Р 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.

Р 12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Відходи паливної, добувної та енергетичної промисловості.

Історія виникнення викидів в цивілізаційному процесі. Поділ відходів на промислові та побутові.

Перші спроби очищення довкілля у процесі розвитку урбанізації. Розвиток промисловості як причина порушення рівноваги між природою та людиною. Перші спроби створення екологічних нормативів та екологічних угод.

Виникнення звалищ як місць для накопичення побутових та промислових відходів. Методи утилізації та знищення побутових та промислових відходів. Заводи для сортування та спалювання відходів. Практика сортування побутових відходів у розвинених країнах.

Розвиток понять відходи, викиди, вторинна сировина. Поділ відходів на промислові та побутові. Виникнення звалищ як місць для накопичення побутових та промислових відходів. Методи утилізації та знищення побутових та промислових відходів. Заводи для сортування та спалювання відходів. Практика сортування побутових відходів у розвинених країнах.

Відходи паливної та добувної промисловості.

Можливості утилізації викидів нафтової промисловості та їх вплив на довкілля. Терикони як багатотоннажні відходи вугледобувної промисловості. Їх вплив на зменшення сільськогосподарських угідь та створення небезпеки існування міст та поселень. Високомолекулярні матеріали природного та штучного походження. Історія початку здобування природних високомолекулярних сполук (ВМС). Штучні ВМС, їх одержання та використання.

Накопичення викидів ВМС та перетворення їх на новітнє джерело забруднення довкілля. Шляхи утилізації викидів ВМС як вторинної сировини.

Відходи енергетики.

Відходи теплових електростанцій у повітря газу, пил. Викиди підприємств ядерної енергетики.

Золонаконичувачі. Утилізація відходів теплових електростанцій.

Радіаційне забруднення ґрунтів як результат здобутку уранової руди. Ризики радіаційного забруднення при аварійних ситуаціях на АЕС. Накопичення активного мулу у придонних шарах Каховської АЕС. Порівняння шкідливого впливу на довкілля ТЕС та АЕС.

Змістовий модуль 2. Відходи металургійної, будівельної промисловості та агропромислового комплексу (АПК).

Джерела виникнення викидів підприємств чорної та кольорової металургії.

Добуток сировини, співвідношення маси добутої руди та відновників (коксу) з масою чавуну та сталі. Вплив викидів на довкілля та можливості утилізації викидів.

Особливості процесів виробництва, що є джерелами утворення твердих відходів. Характер впливу на довкілля. Захист навколишнього середовища від відходів сталеплавильного виробництва.

Особливості процесів одержання алюмінію, міді, нікелю, цинку, які є джерелами утворення твердих відходів. Заходи боротьби зі шкідливим впливом на довкілля. Утилізація викидів. Порівняльна характеристика методів одержання виливків та кількості викидів у різних методах. Особливості безперервного лиття та впровадження його в Україні. Вплив ливарного виробництва на довкілля. Утилізація викидів.

Відходи хімічної, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості та виробництва будівельних матеріалів.

Найбільш характерні процеси хімічної промисловості та їх відходи. Характеристики впливу викидів хімічної промисловості на навколишнє середовище та здоров'я людей. Заходи боротьби з шкідливим впливом на здоров'я людей.

Викиди деревообробної та целюлозно-паперової промисловості. Екологічні аспекти галузі. Джерела викидів. Засоби знешкодження шкідливого впливу та утилізація відходів. Екологічні аспекти галузі. Джерела відходів. Засоби знешкодження шкідливого впливу та утилізація відходів.

Промисловість будівельних матеріалів. Природна та штучно створена сировина та матеріали. Можливості утилізації як природних, так і штучних будівельних матеріалів. Азбест, його шкідливість та застосування. Важкі метали. Заходи боротьби зі шкідливим впливом на здоров'я людини.

Відходи полімерів. Штучні ВМС, їх одержання та використання. Накопичення відходів ВМС та перетворення їх на новітнє джерело забруднення довкілля. Шляхи утилізації відходів ВМС як вторинної сировини.

Відходи легкої, АПК, транспорту та маловідходні та безвідходні технології.

Текстильна промисловість, бавовняна промисловість, особливості роботи шовкової та шкіряно-взуттєвої промисловостей. Можливості знешкодження та утилізації викидів.

Екологічна небезпека роботи підприємств легкої промисловості: текстильна промисловість, бавовняна промисловість, особливості роботи шовкової та шкіряно-взуттєвої промисловостей.

Викиди у процесах меліорації, тваринництві та процесах переробки сировини одержаної агропромисловим комплексом. Позитивні та негативні сторони застосування інсектицидів. Знешкодження негативного впливу на довкілля. Шляхи утилізації відходів

Позитивні та негативні сторони застосування інсектицидів. Знешкодження негативного впливу на довкілля

Джерела шкідливих викидів. Шляхи зменшення кількості відходів та утилізації шкідливих речовин.

Приклади існування підприємств з маловідходними технологіями. Шляхи удосконалення технологій у бік зменшення відходів.

Новітні методи утилізації та вторинного використання відходів різних галузей промисловості.

Хімічні та фізико-хімічні методи утилізації: піроліз, гідротермальне зрідження, плазмова газифікація, суперкритична флюїдна екстракція.

Біотехнологічні методи: біоремедіація, компостування та біогазові установки, мікробна електрохімічна утилізація.

Технології матеріального рециклінгу: механічна переробка, термічне відновлення металів, переробка золи, шлаків, гіпсу.

Актуальні тенденції: циркулярна економіка, зелена хімія, технології Zero Waste Production (практично повна утилізація виробничих залишків).

Використання штучного інтелекту (ШІ) в утилізації відходів

Використання штучного інтелекту (ШІ) в утилізації твердих відходів Оптимізація збору та сортування. Прогнозування обсягів відходів. Оптимізація маршрутів збору. Моніторинг заповненості контейнерів. Автоматизована переробка. Відновлення ресурсів (метали, пластик, папір). Моніторинг впливу на довкілля

3. Список рекомендованих джерел

Основні:

1. Attard, T. (2015) Supercritical CO₂ extraction of waxes as part of a holistic biorefinery. University of York. House of Lords Science and Technology Select Committee (2014) Waste or Resource? *Stimulating a Bioeconomy*. 3rd Report of Session 2013-2014. The Stationary Office Limited, London.
2. Brlek, T., Pezo, L., Vo'ca, N., Kri'cka, T., Vukmirovi'c, D-Colovi'c, R., and Bodroža-Solarov, M. *Fuel Process Technol.*, 2013. 16, 250-256;
3. Fabrizio Cavani, Prof. Fabrizio Cavani, Francesco Basi, Alessandro Gandini Chemicals and Fuels from Bio-Based Building Blocks Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2016. 702 p.
4. Pleissner, D. and Venus, J. In Green Technologies for the Environment, vol. 1186 (eds S.O. Obare and R. Luque), American Chemical Society, Washington, DC, 2014. pp. 247-263.
5. Білявський Г. О., Бутченко Л. І. Основи екології. Теорія та практикум. К. : Лібра, 2004. 368 с.
6. Войцицький А. П. Дубровський В. П., Боголюбов В. М. Техноекологія. К. : Аграрна освіта, 2009. 533 с.

Додаткові:

7. Івашура А. А., Орехов В. М. Екологія. Харків : Інжек, 2004. 208 с.
8. Карпець К. М. Техноекологія : практикум. Х. : НУЦЗУ, 2012. 72 с.
9. Катков М. В. Техноекологія. Конспект лекцій. Х. : ХНАМГ, 2013 44 с.
10. Клименко Л. П. Техноекологія. Одеса : Таврія, 2003. 542 с.
11. Мітрясова О. П. Хімічні основи екології. К. : Перун, 1999. 192 с.

12. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А. Петрук Р. В. Управління та поводження з відходами. Частина 3. Полігони твердих побутових відходів. Вінниця : ВНТУ, 2013. 139 с.
13. Потіш А. Ф., Медвідь В. Г., Гвоздецький О. Г., Козак З. Я. Екологія : теоретичні основи та практикум. Львів : Новий світ, 2003. 295 с.
14. Рибалова О. В. Поводження з відходами: Курс лекцій. Х : НУЦЗУ, 2016. 530 с.
15. Станкевич С. В., Головань Л. В. Техноекологія. Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2020. 338 с.
16. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарев О. Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища : навч. пос. для студ. вищ. навч. закл. Львів : Новий світ, 2004. 256 с.

Інтернет-джерела:

17. Науковий журнал категорії А. *Journal of Chemistry and Technologie* / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. URL: <http://chemistry.dnu.dp.ua/>
18. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»). URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnal/>
19. Науковий журнал категорії А. *French-Ukrainian Journal of Chemistry. Французько-Український хімічний журнал* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хімічний факультет. URL: <http://kyivtoulouse.univ.kiev.ua/journal/index.php/fruajc/issue/archive>
20. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України). URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
21. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
22. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
23. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України. URL: <http://nfv.ukrintei.ua/view/60f02432d22007581b2da072>
24. Науковий журнал категорії Б. *Проблеми хімії та сталого розвитку* / Волинський національний університет імені Лесі Українки. URL: <http://journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry/homepage>
25. Науковий журнал категорії Б. *Ukrainian Chemistry Journal. Український хімічний журнал* / Національна академія наук України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка). URL: <https://ucj.org.ua/index.php/journal/archives>
26. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка». URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas>
27. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського рівня вищої освіти) : Наказ МОН від 04.03.2020 р. № 381. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/102-ximia-M.pdf>
28. Gamma. URL: <https://gamma.app/>
29. Writesonic. URL: <https://writesonic.com/>
30. Synthesia. URL: <https://www.synthesia.io/>
31. Looka. URL: <https://looka.com/>

32. Bing. URL: <https://www.bing.com/>

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: залік.

5. Засоби діагностики успішного навчання спрямовані на перевірку:

знань – усне / письмове опитування, електронне тестування на платформі KSU.online, контрольні роботи;

умінь – практичні завдання, розрахункові задачі, моделювання ситуацій;

практичної орієнтації – кейс-проекти, кейс-аналіз, аналітичні огляди наукових публікацій;

комунікативних навичок та критичного мислення – презентації, доповіді та дискусії.