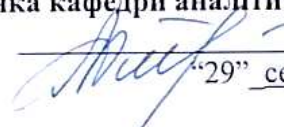


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
Хімічний факультет  
Кафедра аналітичної хімії

**Затверджено**

На засіданні кафедри аналітичної хімії  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 29.08.2023 р.)

Завідувачка кафедри аналітичної хімії

 Л.О. Дубенська  
"29" серпня 2023 року

Силабус з навчальної дисципліни  
**«ПРОБОПІДГОТОВКА В ХІМІЧНОМУ АНАЛІЗІ»,**  
що викладається в межах освітньо-наукової програми ХІМІЯ  
другого (магістерського) рівня вищої освіти  
для здобувачів із спеціальності 102 Хімія

Львів 2023 р.

<b>Назва дисципліни</b>	Пробопідготовка в хімічному аналізі
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	10 Природничі науки; 102 Хімія
<b>Викладачі дисципліни</b>	Ридчук Петро Васильович, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії.
<b>Контактна інформація викладачів</b>	petro.rydchuk@lnu.edu.ua
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій (за попередньою домовленістю). Також можливе проведення он-лайн консультацій з використанням платформи Teams (час і дату проведення консультації попередньо погоджувати листом на корпоративну пошту викладача).
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://chem.lnu.edu.ua/course/probopidhotovka-v-himichnomu-analizi">https://chem.lnu.edu.ua/course/probopidhotovka-v-himichnomu-analizi</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни „Пробопідготовка в хімічному аналізі” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів за спеціальністю 102 “Хімія” забезпечує теоретичний зміст предметної області в частині <b>методи ідентифікації, визначення складу, будови та вмісту речовин</b> згідно із Стандартом вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського) рівня вищої освіти.
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна „Пробопідготовка в хімічному аналізі” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітнього ступеня “магістр” для спеціальності 102 “Хімія” у галузі аналітичної хімії та її застосування в пробопідготовці та аналізі складних об’єктів на вміст макро- та мікрокомпонентів. Читается у 1 семестрі в обсязі 4 кредити ECTS, закінчується іспитом.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою і завданням навчальної дисципліни „Пробопідготовка в хімічному аналізі” є вивчення особливостей методів пробовідбору та пробопідготовки при проведенні аналізу. Освоєння теоретичних основ і практичних принципів методів очищення та концентрування досліджуваних проб, з метою вилучення та збереження цільових компонентів. Вивчення методів екстракції, сорбції, співосадження, кристалізації, зонної плавки, дистиляції, електрохімічних, відгонки, а також сучасних методів інтенсифікації пробопідготовки в аналізі об’єктів довкілля: різних діапазонів випромінювання (мікрохвильового, ультрафіолетового та інфрачервоного), ультразвуку, автоклавної пробопідготовки з метою визначення виділених та сконцентрованих інгредієнтів різними аналітичними методами. Предмет навчальної дисципліни „Пробопідготовка в хімічному аналізі” включає вивчення відомих методів пробопідготовки, розділення та концентрування, а також застосування їх в поєднанні з методами визначення при аналізі складних об’єктів. Концентрування розширює можливості багатьох методів визначення, знижує відносні й абсолютні межі виявлення мікрокомпонентів, дає можливість аналізувати велику пробу, полегшує градування. Використання методів інтенсифікації пробопідготовки значно скорочує тривалість процесу та кількість реактивів, необхідних для пробопідготовки.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	Методичне забезпечення 1. Врублевська Т.Я., Ридчук П.В. “Пробопідготовка в аналізі об’єктів довкілля” (авторський наклад): навч.-метод. посіб. для студ. хім. факультету. – Львів: Видавн. центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2017. – 382 с. 2. Врублевська Т.Я., Тимошук О.С. Методи розділення та концентрування речовин в аналізі складних речовин: Навч. посіб. – Львів: Видавн. центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2007. – 216 с.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	
	<p>Основна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Халаф В.А., Зайцев В.М. Пробопідготовка та пробовідбір в хроматографії: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: – 2010. – 280 с.</li> <li>2. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. К.: Либідь. 1996.– 304 с.</li> <li>3. Lokonto P.R. Trace environmental quantitative analysis. Principles, techniques, and applications. Marcel Dekker, Inc. 2001 – 656 p.</li> <li>4. Зайцев В.М. Комплексоутворюючі кремнеземи. Синтез, будова привитого шару і хімія поверхні. Харків: Фоліо. 1997. – 234 с.</li> </ol> <p>Допоміжна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poole C.F. Handbooks in separation science liquid-phase extraction. Elsevier Inc. 2020 – 796 p.</li> <li>2. Poole C.F. Solid-phase extraction. Elsevier Inc. 2020 – 720 p.</li> <li>3. Каліненко О.С. Прискорення пробопідготовки харчових продуктів та товарів повсякденного використання дією ультразвуку: дис. ... д-ра. хім. наук за спеціальністю 02.00.02. – аналітична хімія / О. С. Каліненко – ДВНЗ «Ужгородський національний університет».– Ужгород, 2018.</li> <li>4. Yurchenko O. I. Ultrasound to intensify of food dry mineralization by the oxidants in vapour form / O. I. Yurchenko, A. N. Baklanov, E. A. Belova, et. all. // ISJ Theoretical &amp; Applied Science. – 2015. – Vol. 07, N 27. – P. 122–129.</li> <li>5. Бакланов О. М. Ультразвук в хімічному аналізі: генерація аналітичного сигналу та інтенсифікація пробопідготовки: дис. ... д-ра. хім. наук за спеціальністю 02.00.02. – аналітична хімія / О. М. Бакланов – Київський національний університет імені Тараса Шевченка.– Київ, 2004.</li> <li>6. Чмиленко Ф. А. Ультразвук в аналітичній хімії. Теорія і практика / Ф. А. Чмиленко, А. Н. Бакланов.– Дніпропетровск: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2001.– 264 с.</li> <li>7. Підготовка проб в умовах мікрохвильового нагріву / Кубракова І. В., Мясоедова Г. В., Єрьомин С. А. // Методи та об'єкти хімічного аналізу. – 2006. – Т. 1, № 1. – С. 27–34.</li> <li>8. Chen D., Sharma S.K., Mudhoo A. Handbook on applications of ultrasound. sonochemistry for sustainability. – Taylor &amp; Francis Group, LLC, 2012. – 728 p.</li> <li>9. Pankaj, Muthupandian Ashokkumar. Theoretical and experimental sonochemistry involving inorganic systems. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2011. – 420 p.</li> </ol>
<b>Обсяг курсу</b>	120 годин. 48 аудиторних годин, з них 16 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 72 годин самостійної роботи.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>В результаті вивчення цього курсу магістрант повинен <b>знати</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особливості пробопідготовки об'єктів до аналізу;</li> <li>- основи хімічних та фізико-хімічних методів аналізу;</li> <li>- основні розрахунки, необхідні для обчислення результатів аналізу;</li> <li>- знати і розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук;</li> <li>- знати методологію та організації наукового дослідження.</li> </ul> <p><b>вміти</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- провести розділення або/та концентрування аналіту при підготовці проби;</li> <li>- вибрати оптимальний спосіб пробопідготовки зразка;</li> <li>- порівняти одержані результати аналізу;</li> <li>- застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії;</li> <li>- збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи необхідні методи та інструменти роботи з даними;</li> <li>- планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.</li> </ul>

	<p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент набуде <i>інтегральної компетентності</i>:</p> <p>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. <i>Загальних компетентностей</i>:</p> <p><b>ЗК 1.</b> Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p><b>ЗК 2.</b> Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p><b>ЗК 4.</b> Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p><b>ЗК 5.</b> Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.</p> <p><b>ЗК 8.</b> Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p><b>ЗК 12.</b> Здатність працювати автономно.</p> <p><b>ЗК 14.</b> Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.</p> <p><i>Спеціальних (фахових) компетентностей</i>:</p> <p><b>СК 3.</b> Здатність організувати, планувати та реалізувати хімічний експеримент.</p> <p><b>СК 4.</b> Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.</p> <p><b>СК 6.</b> Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.</p> <p><b>СК 7.</b> Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).</p> <p><i>Програмні результати навчання</i>:</p> <p><b>ПРН 1.</b> Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.</p> <p><b>ПРН 3.</b> Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.</p> <p><b>ПРН 6.</b> Знати методологію організації наукового дослідження.</p> <p><b>ПРН 9.</b> Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи необхідні методи та інструменти роботи з даними.</p> <p><b>ПРН 10.</b> Планувати, організувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.</p>
<b>Ключові слова</b>	пробовідбір, пробопідготовка, методи інтенсифікації пробопідготовки.
<b>Формат курсу</b>	Очний.
	Проведення лекцій, лабораторних занять та консультацій для кращого розуміння тем, самостійна робота.
<b>Теми</b>	Подано у таблицях
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	іспит в кінці семестру, усний.
<b>Пререквізити</b>	для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін "Аналітична хімія", "Органічна хімія", "Колоїдна хімія" достатніх для сприйняття категоріального апарату дисципліни "Пробопідготовка в хімічному аналізі".
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентації, лекції, підготовка, виконання і захист лабораторних робіт, дискусія.
<b>Необхідне обладнання</b>	Вимірювальні наукові прилади, інструменти та обладнання для хімічних та

	фізико-хімічних досліджень і вимірювань кафедри аналітичної хімії; вивчення курсу може не потребувати використання програмного забезпечення, окрім загальнонавчаних програм і операційних систем, а також доступу до наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science).
<b>Критерії оцінювання</b>	<p>Впродовж семестру магістрант може отримати 50 балів, максимальна оцінка за іспит – 50 балів, разом 100 балів.</p> <p><b>Змістовий модуль 1</b> Максимальна кількість балів – <b>26</b>. Передбачається проведення зі студентами <b>2</b> лабораторних робіт, написання 1 колоквіуму на тему „<i>Методи пробовідбору об’єктів довкілля. Попередня підготовка проб</i>”, <b>1</b> контрольної роботи на тему „<i>Екстракція</i>”.</p> <p><b>Змістовий модуль 2</b> Максимальна кількість балів – <b>24</b>. Передбачається проведення <b>3</b> лабораторних робіт, написання <b>1</b> модульного колоквіума на тему „<i>Методи інтенсифікації пробопідготовки</i>”.</p> <p><b>Оцінка за лабораторну роботу</b> включає в себе: допуск до роботи – 1 бал; виконання роботи – 1 бал; оформлення та захист звіту – 3 бали (два складних питання та задача по 1 балу).</p> <p><b>Оцінка за контрольну роботу</b> включає в себе розгорнуті відповіді на два теоретичних запитання – по 2 бали та розв’язання задачі – 3 бали.</p> <p><b>Оцінка за колоквіум „Методи пробовідбору об’єктів довкілля. Попередня підготовка проб”</b> включає в себе короткі відповіді на 6 запитань (2 тестові) – по 1 балу та розгорнуту відповідь на практичне завдання – 3 бали.</p> <p><b>Оцінка за колоквіум „Методи інтенсифікації пробопідготовки”</b> включає в себе розгорнуті відповіді на два теоретичних запитання – по 3 бали та розв’язання задачі – 3 бали.</p> <p><b>Оцінка за екзамен</b> включає в себе розгорнуті відповіді на 4 теоретичних запитання – по 10 балів та розв’язання задачі – 10 балів.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> очікується, що роботи магістрантів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності (відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, втручання в роботу інших магістрантів тощо) в письмовій роботі магістранта є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять:</b> Здобувачі повинні відвідувати усі лекції і лабораторні заняття курсу та мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття з поважних причин.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку магістранти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Магістранти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов’язково враховуються присутність на заняттях та активність магістранта під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов’язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p><u>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</u></p>
<b>Перелік запитань на іспит</b>	<a href="https://chem.lnu.edu.ua/course/probopidhotovka-v-himichnomu-analizi">https://chem.lnu.edu.ua/course/probopidhotovka-v-himichnomu-analizi</a>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

### СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності	Література	Завдання, год	Термін виконання
1-2	Пробовідбір, основні поняття пробовідбору. Класифікація способів пробовідбору. Мінімальний розмір проби. Статистика пробовідбору. Методи відбору проб об'єктів довкілля. Взаємозв'язок пробовідбору з методами аналізу.	лекція, лабораторна робота	Метод. забезп.: 1. Осн. літ.: 1, 2.	Ознайомлення з класифікацією способів пробовідбору, оформлення звіту, 6 год	2-й тиждень
3-4	Джерела похибок під час проведення розкладу аналізованих зразків та способи їх уникнення. Попередня підготовка проб: зберігання; консервування та транспортування; подрібнення; очищення, фракціонування та концентрування проб.	лекція, лабораторна робота, колоквиум	Метод. забезп.: 1. Осн. літ.: 1.	Засвоєння інформації про можливі причини втраг аналіту під час пробовідбору, попередньої підготовки та пробопідготовки, написання колоквиуму, 6 год.	4-й тиждень
5-6	Екстракція. Основні поняття. Умови вибору екстрагента. Шляхи підвищення селективності екстракції. Типи екстракційних систем. Теоретичні основи екстракції. Способи проведення екстракції. Техніка та методика екстракційного концентрування.	лекція, лабораторна робота, контрольна робота	Метод. забезп.: 1, 2. Осн. літ.: 1, 4. Доп. літ.: 1,2.	Засвоєння основних понять екстракції, основних типів екстракційних систем та сучасних підходів до здійснення екстракційного розділення та концентрування аналітів, оформлення звіту, написання контрольної роботи, 6 год.	6-й тиждень
7-8	Сорбційні методи. Загальні положення. Типи сорбентів. Фізико-хімічні характеристики сорбентів. Концентрування осадженням та співосадженням. Типи співосадників. Керована кристалізація та криогенне концентрування.	лекція, лабораторна робота	Метод. забезп.: 1, 2. Осн. літ.: 1, 3, 4. Доп. літ.: 2.	Засвоєння інформації щодо класифікації основних типів сорбентів та колекторів, їх модифікації та способів здійснення концентрування слідових кількостей речовин, 6 год.	8-й тиждень
9-10	Електрохімічні методи розділення та концентрування. Кулонометрія як метод розділення, прискорений електроліз, електроліз з ртутним катодом, внутрішній електроліз, цементация. Інверсійна вольтамперометрія, електродні реакції, які використовують на етапі концентрування аналіту. Використання екстракції на етапі концентрування чи визначення. Іонообмінне концентрування модифікованою поверхнею електрода.	лекція, лабораторна робота	Метод. забезп.: 2. Осн. літ.: 2,3. Доп. літ.: 2.	Ознайомлення з можливостями електрохімічних методів аналізу в концентруванні та визначенні мікрокомпонентів, оформлення звіту, 6 год.	10-й тиждень

11-12	<p>Методи інтенсифікації прободіготовки. Інтенсифікація мікрохвильовим випромінюванням. Чинники, які впливають на ефективність дії мікрохвильового випромінювання. Особливості та переваги застосування мікрохвильового випромінювання в інтенсифікації різних етапів прободіготовки. Мікрохвильова інтенсифікація екстракційного та сорбційного концентрування мікрокомпонентів.</p>	лекція, лабораторна робота	<p>Метод. забезп.: 1. Доп. літ.: 7.</p>	<p>Опрацювання літературних даних щодо інтенсифікації різних етапів прободіготовки дією мікрохвильового випромінювання, оформлення звіту, 6 год.</p>	12-й тиждень
13-14	<p>Застосування УФ-випромінювання в прободіготовці. Способи здійснення та механізм фотомінералізації. Поєднання УФ-мінералізації з вольтамперометричним аналізом. Фотохімічне генерування летких форм елементів у методах атомної спектроскопії. Переваги способів сучасної фотохімічної мінералізації.</p>	лекція, лабораторна робота	<p>Метод. забезп.: 1.</p>	<p>Засвоєння знань щодо можливостей застосування УФ-випромінювання в прободіготовці, 6 год.</p>	14-й тиждень
15-16	<p>Ультразвукова активація прободіготовки. Фізичні властивості та особливості поширення ультразвуку. Інтенсифікація етапів прободіготовки дією ультразвуку: розчинення, мінералізація та гомогенізація в ультразвуковому полі, акустичне емульгування та суспендування, ультразвукова інтенсифікація екстракційних та сорбційних процесів.</p>	лекція, лабораторна робота	<p>Метод. забезп.: 1. Доп. літ.: 3-6, 8-9.</p>	<p>Засвоєння знань щодо інтенсифікації етапів прободіготовки дією ультразвуку, оформлення звіту, 6 год.</p>	16-й тиждень

### Теми завдань для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	К-сть год
1	Ознайомлення з класифікацією способів пробовідбору.	9,0
2	Реферування методик пробовідбору та попередньої підготовки об'єктів довкілля – ґрунтів та сипучих середовищ, вод, повітря та газових сумішей.	9,0
3	Опрацювання сучасних підходів до використання екстракційних методів в пробопідготовці (твердофазна екстракція/мікроекстракція, газова екстракція, надкритична флюїдна екстракція тощо).	9,0
4	Ознайомлення з особливостями використання та способами модифікації основних типів сорбентів.	4,5
5	Ознайомлення з підходами щодо використання органічних та неорганічних колекторів для концентрування слідових кількостей речовин.	4,5
6	Ознайомлення з новими напрямками електрохімічних методів аналізу в концентруванні та визначенні мікрокомпонентів.	9,0
7	Опрацювання літературних даних щодо інтенсифікації різних етапів пробопідготовки дією мікрохвильового випромінювання.	9,0
8	Опрацювання літературних даних щодо інтенсифікації етапів пробопідготовки дією ультразвуку.	9,0
9	Опрацювання літературних даних щодо застосування УФ-випромінювання в пробопідготовці.	4,5
10	Опрацювання літературних даних щодо використання унікальних приладів в пробопідготовці та хімічному аналізі.	4,5
<b>Разом</b>		<b>72</b>

### Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть год
1	Пробопідготовка харчових продуктів для фотометричного визначення вмісту крохмалю	4
2	Екстракційно-фотометричне визначення барвників у харчових продуктах	6
3	Концентрування мікроелементів, які містяться в природних водах, за допомогою сорбції на активованому вугіллі	6
4	Порівняння ефективності екстракції та озолення матриці при пробопідготовці вугільної сажі для визначення вмісту галію.	8
5	Концентрування домішок Pb(II) на стронцій сульфаті, за рахунок ізоморфного співосадження	8
<b>Разом</b>		<b>32</b>

### Оцінювання знань:

Бал	ECTS	Оцінка	
90-100	<b>A</b>	<b>5</b>	Відмінно
81-89	<b>B</b>	<b>4</b>	Добре
71-80	<b>C</b>		
61-70	<b>D</b>	<b>3</b>	Задовільно
51-60	<b>E</b>		
30-50	<b>FX</b>	<b>2</b>	Можлива перездача іспиту Повторення всього курсу
1-29	<b>F</b>		