

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА»**

Факультет природничих наук

Кафедра хімії

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

Освітня програма бакалавра

Спеціальність 102 Хімія

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “25” серпня 2020 р.

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Фізико-хімічні методи аналізу
<b>Викладач (-і)</b>	Доцент Хацевич Ольга Мирославівна
<b>Контактний телефон викладача</b>	0682340835
<b>E-mail викладача</b>	<a href="mailto:Khatsevich.olga@meta.ua">Khatsevich.olga@meta.ua</a>
<b>Формат дисципліни</b>	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота
<b>Обсяг дисципліни</b>	9 кредитів, 270 год.
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua">https://d-learn.pnu.edu.ua</a>
<b>Консультації</b>	Щотижня
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Курс «Фізико-хімічні методи аналізу» належить до переліку нормативних навчальних дисциплін для професійної підготовки студентів за освітньою програмою 102 «Хімія» освітнього рівня «бакалавр». Дисципліна забезпечує формування у студентів професійно-орієнтованої компетентності, спрямована на засвоєння теоретичних і практичних знань та навичок в області фізико-хімічного аналізу. Вивчення дисципліни сприяє підготовці кваліфікованих фахівців із ґрунтовними теоретичними знаннями та практичними навичками в галузі сучасних інструментальних методів аналізу.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p><b>Мета курсу</b> – формування системи знань з основ фізико-хімічних методів аналізу, вміння провести раціональний вибір способу вирішення конкретної аналітичної задачі, набуття навичок правильного і точного виконання аналітичних операцій для застосування їх у наступній професійній діяльності. Знання та розуміння взаємозв'язку природи і властивостей хімічних сполук із функціонуванням різних пристроїв та апаратури, як складової фізико-хімічних методів досліджень. У межах цього курсу студенти мають нагоду поглибити розуміння багатьох фундаментальних положень та понять хімії, шляхом застосування їх для фізико-хімічних досліджень, що є одними з найпоширеніших інструментальних методів аналізу, які найчастіше застосовуються в лабораторній практиці.</p> <p><b>Завдання дисципліни:</b> поглиблено вивчити теоретичні основи і специфічні прийоми фізико-хімічного аналізу для комплексного їх використання під час аналізу неорганічних та органічних речовин, які реально використовуються в найрізноманітніших сферах діяльності людей, сформулювати практичні навички для планування і проведення аналітичних досліджень.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен</p> <p><b>знати:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ природу і сутність явищ, закономірності перебігу хімічних процесів у різних фізико-хімічних системах;</li> <li>✓ основні теоретичні положення, що лежать в основі фізико-хімічних (спектроскопічних, хроматографічних, електрохімічних) методів ідентифікації і визначення речовин;</li> <li>✓ специфічність аналітичного сигналу і особливості його вимірювання в різних фізико-хімічних методах аналізу;</li> <li>✓ можливості фізико-хімічних методів аналізу щодо розв'язування конкретних аналітичних задач;</li> <li>✓ основні положення, що лежать в основі вибору методу аналізу і схеми аналізу;</li> <li>✓ правила пробовідбору і пробопідготовки хімічних об'єктів;</li> <li>✓ основні вузли обладнання, що використовується у фізико-хімічних методах аналізу;</li> <li>✓ методи розрахунків у кількісному фізико-хімічному аналізі;</li> <li>✓ особливості розрахунку похибок на всіх стадіях виконання аналізу і правильну</li> </ul>	

інтерпретацію результатів аналізу з урахуванням метрологічних характеристик засобів виміральної техніки;

- ✓ правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії з шкідливими речовинами, токсичними металами, неметалами та їх сполуками, органічними розчинниками, газами, електричними приладами;

**вміти:**

- ✓ використовувати загально-навчальні і спеціальні уміння та навички для застосування хімічних законів і процесів;
- ✓ теоретично розв'язувати пряму та зворотню аналітичну задачу;
- ✓ працювати на аналітичних установках і приладах, що використовуються у фізико-хімічних методах аналізу;
- ✓ користуючись стандартними методиками, самостійно виконувати в лабораторних умовах елементарний (якісний та кількісний) аналіз на основі вимірювання величини аналітичного сигналу деяких промислових і природних об'єктів;
- ✓ обґрунтовувати оптимальний вибір методу, схеми аналізу, умов реєстрації аналітичного сигналу на основі теоретичних положень фізико-хімічних методів аналізу з урахуванням можливостей і оснащення хімічної лабораторії;
- ✓ проводити аналіз та обробку результатів експериментів з урахуванням похибки використаних методик аналізу на всіх стадіях проведення вимірювання;
- ✓ оформляти результати аналізу, грамотно інтерпретувати одержані результати.

Посилення практичної спрямованості навчального процесу вимагає підвищення уваги до формування експериментально-практичних умінь і навичок, широкого використання хімічного експерименту, враховуючи значення якості його проведення.

#### 4. Результати навчання (компетентності)

**Загальні компетентності (ЗК):**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність працювати у команді.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**Спеціальні (фахові) компетентності (СК):**

СК1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.

СК2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

СК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.

СК5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

СК6. Здатність оцінювати ризики.

СК7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

СК8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізикохімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

СК9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

СК10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

СК11. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

**Програмні результати навчання (ПРН):**

ПРН3. Описувати хімічні дані у символному вигляді.

ПРН5. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.

ПРН8. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.

ПРН9. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

ПРН13. Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.

ПРН14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.

ПРН15. Спроможність використовувати набуті знання і вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.

ПРН17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.

ПРН20. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.

ПРН24. Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.

### 5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу	
Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	30
Практичні заняття	12
Лабораторні роботи	48
Самостійна робота	180

### Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибіркового
IV	102-Хімія	II	нормативний

### Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год.	Вага оцінки	Термін виконання
------------	---------------	------------	----------------	-------------	------------------

### Змістовий модуль 1.

#### Методи молекулярної спектроскопії та інші спектроскопічні методи

<p><b>Тема 1.</b> Загальна характеристика фізико-хімічних методів аналізу (ФХМА).</p> <p><i>Лекція 1.</i> Принципи класифікації аналітичних методів. Характеристика фізико-хімічних методів аналізу (ФХМА). Класифікація ФХМА. Методичні прийоми аналітичних вимірів у ФХМА. Загальна схема проведення аналізу у прямих методах виміру. Основні методи розрахунку концентрацій у фізико-хімічних визначеннях. Абсолютні та відносні методи.</p>	Лекція	[1-10]	Опрацювання питань лекцій та завдань для самостійної роботи, 30 год.	5	Згідно розкладу
---	--------	--------	--	---	-----------------

<p><b>Тема 2.</b> Основи спектроскопії. Молекулярна абсорбційна спектроскопія.</p> <p><i>Лекція 2.</i> Молекулярна абсорбційна спектроскопія (МАС), аналітичний сигнал. Класифікація методів молекулярної спектроскопії. Класифікація абсорбційних методів. Механізм поглинання ЕВ молекулами. Вплив складу молекул на поглинання ЕВ. Якісний аналіз за спектрами поглинання.</p> <p><i>Лекція 3.</i> Основні поняття фотометрії. Виведення основного закону світлопоглинання. Відхилення від основного закону світлопоглинання. Закон адитивності світлопоглинання. Фотометричні реакції. Вимоги до реакцій, що застосовуються у фотометрії та утворених забарвлених сполук.</p> <p><i>Лекція 4.</i> Практика фотометрії. Вибір оптимальних умов фотометрування. Методи визначення концентрації у фотометрії. Фотоелектроколориметричне титрування. Прилади абсорбційної спектроскопії. Блок-схеми приладів для вимірювання поглинання та принцип дії основних вузлів схеми. Переваги і недоліки фотометричних методів.</p>	<p>Лекції/ Практичне заняття/ Лабораторні роботи</p>	<p>[1-11]</p>	<p>Опрацювання питань лекцій. Розв'язування задач. Оформлення та захист лаборатор. робіт 40 год.</p>	<p>5</p>	<p>Згідно розкладу</p>
<p><b>Тема 3.</b> Різновиди спектроскопічних методів аналізу (ІЧ, ЯМР, мас-спектроскопія, рентгеноструктурний та люмінесцентний аналіз).</p>	<p>Лекція</p>	<p>[1-10]</p>	<p>Опрацювання питань лекції 20 год.</p>	<p>5</p>	<p>Згідно розкладу</p>
<p><b>Тема 4.</b> Рефрактометричний метод аналізу.</p> <p><i>Лекція 5.</i> Суть рефрактометричного методу</p>	<p>Лекція / Практичне заняття /</p>	<p>[1-11]</p>	<p>Опрацювання питань лекцій.</p>	<p>5</p>	<p>Згідно розкладу</p>

<p>аналізу. Рефракція. Показник заломлення і його залежність від різних факторів. Дисперсія речовини і молекулярна рефракція. Вимірювання показника заломлення. Граничні кути заломлення і повного внутрішнього відбивання. Дисперсія речовини і молекулярна рефракція. Визначення електронної поляризованості та ефективного радіусу молекул методом рефрактометрії. Апаратура для рефрактометричних вимірів. Застосування рефрактометричних вимірювань.</p>	<p>Лабораторні роботи</p>		<p>Розв'язування задач. Оформлення та захист лаборатор. робіт 20 год.</p>		
<p><b>Змістовий модуль 2.</b> <b>Методи розділення і концентрування</b></p>					
<p><b>Тема 5.</b> Класифікація методів концентрування та розділення. <i>Лекція 6.</i> Загальні кількісні характеристики методів концентрування та взаємозв'язок між ними. Способи концентрування, переваги та недоліки. Суть і особливості хроматографічних методів аналізу. Класифікація хроматографічних методів аналізу. <i>Лекція 7.</i> Сорбція та розподіл молекул між фазами. Сили міжмолекулярної взаємодії. Адсорбція. Ізотерма адсорбції. Абсорбція. Хроматограма і її характеристики. <i>Лекція 8.</i> Основні положення теорії хроматографічного аналізу. Завдання теорій хроматографічного розділення. Варіанти хроматографічного процесу. Селективність розділення. Ефективність</p>	<p>Лекція / Лаборатор. роботи</p>	<p>[1-11]</p>	<p>Опрацювання питань лекцій. Оформлення та захист лаборатор. робіт 40 год.</p>	<p>5</p>	<p>Згідно розкладу</p>

хроматографічного розділення. Теорія еквівалентних тарілок. Критерій розділення. Дифузійна (кінетична) теорія.					
<p><b>Тема 6.</b> Характеристика найпоширеніших хроматографічних методів.</p> <p><i>Лекція 9.</i> Йонообмінна хроматографія. Іонний обмін як принцип розділення. Класифікація та будова іонообмінних сорбентів. Іонообмінні смоли. Основні властивості іонітів. Константа йонного обміну. Вибір систем елюювання. Підготовка іонообмінних смол. Застосування іонообмінної хроматографії.</p> <p><i>Лекція 10.</i> Газова хроматографія. Фізико-хімічні основи методу. Вплив різних факторів на газохроматографічне розділення суміші речовин. Рухома фаза у газовій хроматографії. Особливості газоадсорбційної хроматографії. Адсорбенти. Блок-схема газового хроматографа. Класифікація детекторів за універсальністю, за способом вимірювання. Основні характеристики детектора. Особливості газорідинної хроматографії.</p>	Лекція/ Практичне заняття/ Лабораторні роботи	[1-11]	Опрацювання питань лекцій. Розв'язування задач. Оформлення та захист лаборатор. робіт 40 год.	5	Згідно розкладу
<b>Змістовий модуль 3.</b>					
<b>Електрохімічні методи аналізу</b>					
<p><b>Тема 7.</b> Класифікація електрохімічних методів аналізу. Потенціометричні методи аналізу.</p> <p><i>Лекція 11.</i> Роль електрохімічних методів в аналітичній хімії, переваги й обмеження. Електрод. Електродний потенціал: виникнення і вимірювання. Електрохімічна комірка.</p>	Лекція / Практичне заняття/ Лабораторні роботи	[1-11]	Опрацювання питань лекцій. Розв'язування задач. Оформлення та захист лаборатор. робіт	5	Згідно розкладу



<p>Рівняння Нернста. Стандартний і реальний (формальний) потенціал. Пряма потенціометрія (іонометрія). Залежність потенціалу електрода від активності іонів у розчині. Потенціометричне титрування. Прилади потенціометрії.</p> <p><i>Лекція 12.</i> Класифікація електродів за різними ознаками. Загальні вимоги до електродів. Індикаторні електроди. Електроди порівняння. Теорія скляного електрода.</p>			20 год.		
<p><b>Тема 8.</b> Кондуктометрія. Кондуктометричне титрування.</p> <p><i>Лекція 13.</i> Основні положення теорії електропровідності. Електропровідність розчинів електролітів. Швидкість руху і рухливість іонів. Вільна енергія, активність і коефіцієнт активності електроліту. Кондуктометрія. Вимірювання електропровідності. Апаратурне оформлення методу. Прямий кондуктометричний аналіз. Кондуктометричне титрування.</p>	Лекція/ Практичне заняття/ Лабораторна робота	[1-11]	Опрацювання питань лекцій. Розв'язування задач. Оформлення та захист лаборатор. робіт 30 год.	5	Згідно розкладу
<p><b>Тема 9.</b> Кулонометрія та електрогравіметрія.</p> <p><i>Лекція 14-15.</i> Основні положення кулонометричного аналізу. Закони електролізу. Закони Фарадея. Вихід за струмом при електродних реакціях. Способи вимірювання кількості електрики. Класифікація методів кулонометрії. Пряма кулонометрія. Кулонометричне титрування.</p>	Лекція/ Практичне заняття	[1-11]	Опрацювання питань лекцій. Розв'язування задач. Підсумкова контрольна робота 30 год.	10	Згідно розкладу
<b>Підсумковий контроль (екзамен)</b>				50	

## 6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час допуску до проведення лабораторних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p><i>Модульний контроль</i> (сума балів за окремий змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля як сума оцінок за допуск, проведення та захист лабораторних робіт. Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення лабораторних робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі екзамену з врахуванням оцінок отриманих за модулі.</p> <p><i>Екзамен</i> – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми.</p>
Вимоги до письмової роботи	Проводиться у вигляді тестування (40 завдань), можливо із застосуванням платформи d-learn.pnu.edu.ua.
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище та зробив і захистив лабораторні роботи. Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис «не допущений» і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної

	дисципліни (відпрацювання пропущених лабораторних занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі. Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.
<b>7. Політика курсу</b>	
<p>Протягом семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою студента застосовують домашні контрольні роботи, письмові роботи, та оцінки за допуск, виконаних і захищених лабораторних робіт. Оцінка за лабораторні роботи складається з оцінки за опитування на допуск до лабораторної роботи, з оцінки за результати лабораторної роботи, що одержані під час виконання роботи та оцінки за захист лабораторної роботи. Під час захисту лабораторної роботи студент повинен знати мету, завдання, порядок проведення лабораторної роботи, а також відповіді на контрольні запитання, що даються для самостійного опрацювання теоретичного матеріалу з даної теми.</p> <p>Регулярне відвідування лекцій, активна участь в обговоренні розглянутих питань, відпрацювання пропущених занять у назначений викладачем час. Допуск до лабораторних занять у халатах та при наявності інструкцій до лабораторних робіт.</p>	
<b>8. Рекомендована література</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Базова</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 362 с.</li> <li>2. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз. – Київ: Фітосоціоцентр, 2006. – 280 с.</li> <li>3. Сегеда А.С. Лабораторний практикум з аналітичної хімії. Якісний і кількісний аналіз. – Київ: ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2004. – 544 с.</li> <li>4. Аналітична хімія / В.В.Болотов, А.Н.Гайдукевич, Е.Н.Свечникова та ін.; Під ред. В.В. Болотова. – Харків: вид-во НФаУ «Золотые страницы», 2004. – 456 с.</li> <li>5. Коломієць І.В. Богданова Л.М. Практикум з фізико-хімічних методів аналізу: Навч. Посіб. – Х.: Вид-во НФаУ, 2004</li> <li>6. Практичний курс аналітичної хімії / Я.Р. Базель, О.Г. Воронич, Ж.О. Кормош– Луцьк: Ред.-вид. відд. «Вежа» Волин. Держ. Ун-ту ім. Лесі Українки, 2004. – Ч.1.- 260 с.</li> <li>7. Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2008 – 363 с.</li> <li>8. Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Електрохімічні методи аналізу. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2011 – 273 с.</li> <li>9. Кузьма Ю., Ломницька Я., Чабан Н. Аналітична хімія. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2007 – 298 с.</li> <li>10. Лисенко О.М., Набиванець Б.Й. Вступ до хроматографічного аналізу. Навчальний посібник. – К.: Корвін-прес, 2005. – 187 с.</li> <li>11. Методичні вказівки до лабораторних робіт з аналітичної хімії (ФХМА) / Федорченко С.В., Хацевич О.М. - Івано-Франківськ: Територія А, 2015. – 174 с.</li> </ol>	

**Викладач \_\_\_\_\_ Хацевич О.М.**