

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 1

### ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
гірничої справи,  
природокористування  
та будівництва  
30 серпня 2025 р.,  
протокол № 7/1

Голова Вченої ради

 Володимир КОТЕНКО

### РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Біогеохімія та аналітична хімія»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності Е4 «Науки про Землю»  
освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»  
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
кафедра наук про Землю

Схвалено на засіданні кафедри  
наук про Землю

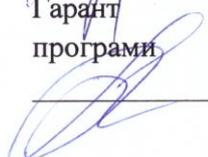
30 серпня 2025 р.,

протокол № 8/1

Завдувач кафедри

 Олена ГЕРАСИМЧУК

Гарант освітньо-професійної  
програми

 Ірина ПАЦЕВА

Розробник: к. т. н., доцент, СКИБА Галина

Житомир

2025 – 2026 н. р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28 / 2</i>

Робоча програма навчальної дисципліни «Біогеохімія та аналітична хімія» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності Е4 «Науки про Землю» освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами» затверджена Вченою радою факультету гірничої справи, природокористування та будівництва від 30 серпня 2025 р., протокол № 7/1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Кількість кредитів 5	Галузь знань Е «Природничі науки, математика та статистика»	обов'язкова)	
Модулів – 4	Спеціальність Е4 «Науки про Землю»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 7		1	-
Загальна кількість годин – 150		Семестр	
		1,2	-
Тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: аудиторних – 6 самостійної роботи – 3,375	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		48 год.	- год.
		Практичні	
		_ год.	_ год.
		Лабораторні	
		48 год.	-год.
		Самостійна робота	
		54 год.	- год.
Вид контролю: 1-й семестр – залік; 2-й семестр – екзамен			

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:

для денної форми здобуття вищої освіти – 64 % аудиторних занять, 36 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 4

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою вивчення навчальної дисципліни** є формування теоретичного та практичного рівня студентів, необхідного для освоєння спеціальних предметів, де використовується хімічний аналіз природних та штучних об'єктів.

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни** є:

- формування теоретичних та практичних уявлень для організації та проведення лабораторного хімічного експерименту;
- вивчити основні методи ідентифікації речовин, кількісного визначення речовин;
- оволодіти основами метрології.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності Е4 «Науки про Землю» та освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»:

**ІК.** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності предметної області наук про Землю або у процесі навчання із застосуванням сучасних теорій та методів дослідження природних та антропогенних об'єктів та процесів із використанням комплексу міждисциплінарних даних та за умовами недостатності інформації.

**К14.** Здатність застосовувати базові знання фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні Землі та її геосфер.

**К15.** Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

**К16.** Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер.

**К17.** Здатність до всебічного аналізу складу і будови геосфер.

**К18.** Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання.

**К19.** Здатність проводити моніторинг природних процесів.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю Е4 «Науки про Землю»:

**ПР06.** Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер.

**ПР07.** Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 5

математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер.

**ПР08.** Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.

**ПР09.** Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу.

**ПР11.** Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати наступні Soft skills:

- *комунікативні навички*: навички працювати в команді;
- *уміння виступати привселюдно*: навички проведення презентації;
- *керування часом*: уміння справлятися із завданнями вчасно;
- *гнучкість і адаптивність*: орієнтування на вирішення проблеми;
- *лідерські якості*: уміння ухвалювати рішення; уміння планувати діяльність;
- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; терпіння, повага до оточуючих.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### МОДУЛЬ 1

**Змістовий модуль 1. Біосфера. Теоретичні основи біогеохімічних процесів.**

**Тема 1. Предмет і задачі біогеохімії. Будова атомів. Періодичний закон і система елементів. Хімічний зв'язок (ІК, К 16, К 14, К 15. ПР 06, ПР 07).**

Речовини – конкретні форми матерії, хімічний процес, як перетворення речовин. Біогеохімія – задачі, місце в системі природничих наук, зв'язок з геохімією, біологією, екологією; завдання науки. Поняття про біосферу. Колообіги хімічних елементів. Значення живої речовини у міграціях.

Ядерна модель атома. Основні принципи квантової механіки. Електронна хмара, атомна орбіталь. Структура електронної оболонки атома, квантові числа. Принцип Паулі, правило Хунда, правила Клечковського. Послідовність заповнення енергетичних рівнів і підрівнів атомів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 6

Періодичний закон і система елементів. Періодичні властивості атомів елементів: електронна будова атомів, енергія іонізації, спорідненість до електрона, радіуси атомів, іонів, електронегативність, ступінь окиснення. Періодичні властивості складних неорганічних речовин. Оксиди, нітриди, карбіди, гідроксиди, солі, їх хімічні властивості, періодичність зміни, властивостей.

Природа, види зв'язку, його параметри. **Ковалентний зв'язок**, властивості, метод валентних зв'язків. Способи утворення зв'язку, його насиченість. Направленість ковалентного зв'язку, гібридизація атомних орбіталей, геометрична форма молекул. Полярність ковалентного зв'язку, дипольний момент зв'язку, полярні і неполярні молекули.

Водневий зв'язок. Міжмолекулярна взаємодія, її види – дисперсійна, орієнтаційна, індукційна. Іонний зв'язок. Металічний зв'язок. Властивості, енергія кристалічної решітки, координаційне число.

## **Тема 2. Термодинаміка хімічних процесів (К 14, К 15, К 16, К 17. ПР 06, ПР 07).**

Основні поняття хімічних термодинаміки. Робота. Внутрішня енергія та ентальпія. Термодинамічні функції. Перший закон термодинаміки. Закон Гесса та наслідки з нього. Термохімічні розрахунки. Теплоємність. Визначення теплових ефектів. Другий закон термодинаміки. Ентропія, як міра незворотності процесу. Вільна енергія Гіббса. Зміна ентропії та вільної енергії Гіббса. Направленість хімічного процесу.

Швидкість гомогенних хімічних реакцій та фактори від яких вона залежать. Залежність швидкості реакції від концентрації. Закон діючих мас. Особливості гетерогенних процесів. Механізм реакції. Порядок реакції. Правило Вант-Гоффа. Енергія активації. Зворотні реакції. Хімічна рівновага в гомогенних та гетерогенних системах. Константа рівноваги. Принцип Ле-Шательє.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 7

**Змістовний модуль 2. Властивості розчинів. Окисно-відновні реакції в навколишньому середовищі (К, К 14, К 15, К 16, К 17, К 18. ПР 06, ПР 07, ПР 08).**

**Тема 3. Колігативні властивості розчинів (К14, К15, К16, К17, К18. ПР 06, ПР 07, ПР 08).**

Розчини, їх класифікація. Вода, як розчинник. Поняття про колоїдні системи, їх різновиди. Властивості колоїдних розчинів. Способи вираження концентрації розчинів. Теплові процеси при розчиненні. Осмос, закон Вант-Гоффа. Тиск насиченої пари розчинника над розчином. Закони Рауля. Температура кипіння та замерзання розчинів. Ебуліоскопічна та криоскопічна константи. Антифризи.

**Тема 4. Властивості розчинів електролітів (К 14, К 17, К 18, К 19. ПР 06, ПР 07, ПР 08, ПР 09).**

Теорія електролітичної дисоціації. Сильні та слабкі електроліти. Ступінь дисоціації та константа дисоціації. Добуток розчинності. Дисоціація води. Іонний добуток води. Водневий показник (рН). Гідроліз солей.

**Тема 5. Окисно-відновні реакції (К 14, К 17, К 18, К 19. ПР 06, ПР 07, ПР 08, ПР 09).**

Поняття про процеси окиснення-відновлення. Ступінь окиснення. Методи складання рівнянь окисно-відновних реакцій. Метод електронного балансу. Типи реакцій окиснення-відновлення. Фактори, які впливають на перебіг окисно-відновних реакцій. Електрохімічні процеси. Електроліз. Поняття про електрод, електродний потенціал. Подвійний електричний шар. Вимірювання електродних потенціалів. Стандартний водневий електрод. Стандартні електродні потенціали та ряд активності металів. Фактори від яких залежить величина електродного потенціалу. Рівняння Нернста. Гальванічні елементи. Обчислення ЕРС. Акумулятори.

Електроліз розплавів та розчинів. Закони Фарадея. Послідовність розряду йонів та молекул на електродах. Використання електролізу. Електролітичне добування металів та сплавів. Корозія металів та сплавів. Поняття та особливості корозії металів. Класифікація корозійних процесів. Хімічна та електрохімічна корозія. Методи захисту металів від корозії, їх класифікація.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 8

**Тема 6. Основи теорії та розкладу координаційних сполук (К 14, К 16, К 17, К 18, К 19. ПР 06, ПР 07, ПР 08, ПР 09, ПР 11).**

Визначення поняття *комплексна сполука*: за Грінбергом, Яцимирським, Бабком. Координаційна теорія Вернера (кінець ХІХ ст.) як основа розуміння будови цих сполук. Комплексоутворювач, ліганди, координаційне число. Класифікація комплексних сполук та їх номенклатура. Ступінчаста дисоціація, ступінчасте утворення комплексів. Кількісна характеристика стійкості комплексів за допомогою констант стійкості (ступінчасті та загальні константи). Принцип методів визначення стійкості комплексних сполук у розчинах.

**МОДУЛЬ 2.**

**Змістовний модуль 3. Елементи неорганічної хімії. Міграція хімічних елементів у біосфері.**

**Тема 7. Закономірності поширення хімічних елементів в біосфері (К, К 14, К 16, К 17, К 18, К 19. ПР 06, ПР 07, ПР 08, ПР 09, ПР 11).**

Основні закони (біогенної міграції, біологічного кругообігу, вектора розвитку, єдності організму та середовища, загального розсіювання хімічних елементів тощо). Головні закономірності (Гаркінса, усереднення, еволюційного розвитку переважання в літосфері елементів, атомні маси яких кратні чотирьом тощо). Об'єкт дослідження біогеохімії. Принципи та правила біогеохімії. Значення біогеохімічної науки для пізнання біосфери. Роль В.І. Вернадського в її становленні та розвитку.

Концепції біосфери, живої речовини, біокосних систем, біогеохімічних циклів як теоретичної основи науки. Енергетика біосфери. структура біосфери, її компоненти. Особливості та властивості біосфери. Еволюція біосфери. Кларк. Класифікація видів міграції. Геохімічні класифікації елементів за міграційними особливостями.

Концепція кругообігу. Походження життя і еволюція біогеохімічних циклів біогенних елементів. Техногенні фактори порушення їх кругообігу. Техногенні геохімічні аномалії в біосфері, проблеми і шляхи їх розв'язання.

**Тема 8. Хімія s- та p-елементів та їх біологічна (К, К 14, К 16, К 17, К 18, К 19. ПР 06, ПР 07, ПР 08, ПР 09, ПР 11).**

Вступ до хімії елементів. Розповсюдження в космосі та в земній корі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 9

Структура та властивості простих речовин, принципи їх отримання. Положення Гідрогену в періодичній системі, специфічність його властивостей. Фізичні та хімічні властивості водню. Сполуки Гідрогену. Елементи VII-A групи, їх характеристик та властивості. Елементи VI-A групи, їх характеристик та властивості. Озон. Роль озонового шару. Склад атмосферного повітря Землі. Біологічна роль та токсична дія сполук Сульфуру. «Кислотні дощі».

Елементи V-A групи, їх характеристик та властивості. Поширення азоту в природі, добування властивості та застосування. Сполуки Нітрогену. Біологічна роль Нітрогену, токсичність його сполук. Фосфор у природі, його добування властивості та застосування. Сполуки Фосфору. Біологічна функція Фосфору, токсичність його сполук.

Елементи IV-A групи, їх характеристик та властивості. Вуглець та його алотропні видозміни в природі, їх коротка характеристика. Сполуки Карбону. Біологічна функція та токсичність сполук Карбону. Парниковий ефект та шляхи його подолання. Силіцій в природі. Його добування та властивості. Природні та штучні силікати, скло, кераміка, цемент. Біологічна функцій та токсична дія сполук Силіцію.

*Хімія металів.* Загальна характеристика металів. Знаходження металів в природі. Основні методи їх добування. Причини подібності та відмінності фізичних властивостей металів. Утворення металічного зв'язку методом молекулярних орбіталей. Хімічна властивості металів. Комплексотворення. Фізіологічна активність іонів металів.

s- і p-метали та їх сполуки. Лужна та лужноземельні метали їх електронна структура, знаходження в природі, властивості. Фізіологічна активність та токсична дія сполук цих металів. Метали підгрупи Германію.

**Тема 9. Основи хімії та біогеохімії d- та f-елементів. d-метали та їх сполуки. Ферум, Кобальт, Нікол (ІК, К 14, К 16, К 17, К 18, К 19. ПР 06, ПР 07, ПР 08, ПР 09, ПР 11).**

Залізо. Залізна руда. Металургія заліза. Екологічні проблеми металургії. Сполуки Феруму, Кобальту та Ніколю. Платинові метали, їх електронні структури та ступені окиснення. Роль хімічних елементів, їх розподіл в земній корі. Якісні реакції на катіони біогенних важких металів ( $Ag^+$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 10

$\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ).

**Тема 10. Органічна геохімія. Теорія будови органічних сполук. Вуглеводні. Альдегіди і кетони. Карбонові кислоти та їх похідні (К 14, К 16, К 17, К 18, К 19. ПР 06, ПР 07, ПР 08, ПР 09, ПР 11).**

Унікальність карбону в біосфері. Органічна речовина як геохімічний акумулятор. Класифікація органічних речовин. Класифікація вуглеводнів. Біогеохімічні фактори формування нафти та відкладень керогену. Склад нафти, природного газу. Номенклатура органічних сполук за правилами IUPAC 1993 р. і рекомендацій УНКоХіТерН. Огляд природних джерел, фізичні та хімічні властивості вуглеводнів, оксигеновмісних та гетероциклічних сполук, їх екологічна небезпека як потенційних полютантів довкілля. Якісні реакції на органічні сполуки (алкени, алкіни, арени, спирти, феноли). Фізичні і хімічні властивості альдегідів, кетонів, карбонових кислот. Якісні реакції на органічні сполуки (альдегіди, кетони, карбонові кислоти, амінокислоти, вуглеводи). Природні біологічно-активні речовини, біополімери: гумін, гумусові фульвокислоти ґрунту, амінокислоти, пептиди, протеїни, ліпіди, лігнін, амінокислоти, вуглеводи. Особливості кругообігу органічних речовин.

**Тема 11. Вплив забруднюючих речовин на біосферу. Методи вивчення (К 14, К 16, К 17, К 18, К 19. ПР 06, ПР 07, ПР 08, ПР 09, ПР 11).**

Характеристика забруднювачів біосфери та наслідки їх дії: важкі метали, нафта, поліциклічні ароматичні вуглеводні, діоксин, хлоро- та флуоровуглеводні, феноли, альдегіди, пестициди. Використання нанороботів для захисту та відновлення навколишнього середовища, як перехід від «грубих» технологій очищення до атомної хірургії планети. Використання нанороботів для очищення води від мікропластиків.

Склад поверхневих вод та фактори, які його визначають. Гідросфера. Будова, склад. Визначення та способи оцінки вмісту органічних речовин у поверхневих водах. Біогенні елементи. Мікроелементи у складі поверхневих вод.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 11

### МОДУЛЬ 3.

#### Змістовний модуль 1. Теоретичні основи аналітичної хімії.

#### Тема 1. Рівновага в гомогенних та гетерогенних системах (К15, ПР 11, ПР08).

Процеси розчинення, іонізації та дисоціації. Статистичні правила дисоціації електролітів. Закон діючих мас. Константа рівноваги. Термодинамічна, концентраційна і умовна константи рівноваги. Електростатичні і хімічні взаємодії іонів в розчинах. Конкуруючі реакції. Активність, коефіцієнт активності та іонна сила розчину. Розрахунки коефіцієнтів активності. Вплив концентрації та введення однойменних іонів на дисоціацію електролітів.

Гетерогенні системи. Реакції осадження і розчинення осадів і їх значення для аналізу.

Вплив температури і концентрації однойменних іонів на розчинність. Статистичні правила розчинності. Розчинність малорозчинних солей сильних та слабких кислот в кислотах. Розчинність при утворенні комплексних сполук. Кількісна інтерпретація розчинності осадів у воді. Константа рівноваги реакції осадження - розчинення.

Рівновага реакцій осадження – розчинення. Добуток розчинності і добуток активності та залежність між цими величинами Типи задач, які можна вирішувати на підставі правила добутку розчинності. Розрахунки добутку розчинності осадів у воді, обчислення добутку розчинності із даних розчинності.

#### Тема 2. Основи теорії окисно-відновних процесів, які використовують в якісному аналізі (К15, ПР07, ПР 08).

Реакції окиснення-відновлення, їх особливості та складність. Загальні способи складання рівнянь реакцій окиснення-відновлення у розчинах. Напрямок реакцій окиснення-відновлення. Рівноважний електродний потенціал. Рівняння Нернста. Стандартні та реальні (формальні) окисно-відновні потенціали, методи їх визначення. Реальний окисно-відновний потенціал як функція концентрації водневих іонів, концентрації ліганда та іонної сили розчину. Властивості потенціалів: залежність від концентрації потенціалутворюючих іонів, від рН розчину і конкуруючих реакцій осадження та комплексоутворення.

Константа рівноваги реакцій окиснення-відновлення та її зв'язок з

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 12

стандартними потенціалами реагуючих компонентів (пар). Кінетичні і каталітичні методи аналізу.

### **Тема 3. Основи теорії та розкладу координаційних сполук (К15, ПР06, ПР07, ПР08).**

Властивості і застосування комплексних сполук в хімічному аналізі. Стійкість комплексних сполук. Ступінчаста дисоціація, ступінчасте утворення комплексів. Застосування в аналізі окремих груп комплексних сполук з неорганічними лігандами - аміакати, галогеніди, тіоціанати та ціанідні комплекси, фосфатні комплекси тощо.

Кількісна характеристика стійкості комплексів за допомогою констант стійкості (ступінчасті та загальні константи). Принцип методів визначення стійкості комплексних сполук у розчинах. Закомплексованість, функція утворення Б'єрума (середнє лігандне число). Метод Ледена. Вплив властивостей центральних іонів - комплексоутворювачів на стійкість комплексних сполук. Класифікація катіонів металів залежно від будови їх електронних оболонок. Характер зміни стійкості комплексів у межах кожної групи.

### **Змістовий модуль 2. Якісний аналіз (К, К15, К16, К17. ПР 18, ПР07, ПР11).**

#### **Тема 4. Основи поділу іонів на аналітичні групи (К, К15, К16, К17, ПР07, ПР11).**

Систематичний та дробний методи якісного хімічного аналізу, їх переваги та недоліки. Принципи сірководневого, фосфатного та кислотного-основного методів якісного аналізу; класифікація катіонів та аніонів, методи їх систематичного якісного визначення. Принцип дробного методу аналізу та найбільш поширені методи дробного методу визначення катіонів та аніонів.

#### **Тема 5. Якісні реакції на катіони, аналітичні групи катіонів (К, К15, К16, К17. ПР 18, ПР07, ПР11).**

Класифікація неорганічних катіонів за кислотно-основною схемою. Інші види класифікацій неорганічних катіонів. Характерні реакції на катіони I-VI аналітичних груп, групові реагенти кожної групи. Схема виконання задачі на суміш катіонів I-VI аналітичних груп.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 13

## **Тема 6. Якісні реакції на аніони, аналітичні групи аніонів (ІК, К15, К16, К17, ПР07, ПР11).**

Класифікація неорганічних аніонів на групи. Характерні реакції на неорганічні аніони I-III груп. Схема виконання задачі на аніони I-III груп. Вирішення розрахункових задач різних типів.

### **Змістовий модуль 3. Кількісний аналіз. Хімічні методи аналізу.**

## **Тема 7. Теоретичні основи гравіметричного аналізу. Основні етапи проведення гравіметричного аналізу (ІК, К15, К16, К17, ПР07, ПР11).**

Суть, значення, переваги гравіметрії і загальна схема аналізу. Вимоги до осадів. Критерій практичної нерозчинності осадів. Методи зменшення розчинності осадів. Виникаючі реагенти (гомогенне осадження). Механізм утворення осадів, відносне пересичення розчину, теорія кристалізації. Аморфні та кристалічні осадки. Залежність форми осадів від швидкості утворення первинних кристалів (зародків) та від швидкості їх росту.

Співосадження. Причини співосадження на аморфних та кристалічних осадах. Органічні співосаджувачі. Класифікація різних видів співосадження - адсорбція на поверхні осаду, внутрішня адсорбція, ізоморфізм. Правило В.Г.Хлопіна. Методи зменшення співосадження та його використання в аналізі. Електрогравіметрія. Фізичні та хімічні умови осадження металів на катоді. Внутрішній електроліз та електроліз на ртутному катоді.

## **Тема 8. Теоретичні основи об'ємного аналізу. Основні етапи проведення титрометричного аналізу. Розрахунки в титрометричному аналізі (ІК, К18, К19, К17. ПР 08, ПР07, ПР11).**

Способи вираження концентрації речовини. Нормальна концентрація. Поняття про титр. Процес титрування. Стандартизація робочих розчинів. Приготування розчинів точної концентрації. Основні методики титрування. Обчислення в титрометричному аналізі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 14

Криві титрування. Робочі розчини методу нейтралізації. Кислотно-основні індикатори. Криві титрування і вибір індикатора. Перманганатометрія, робочі розчини. Йодометрія, робочі розчини. Осаджувальне титрування. Методи аргентометричного визначення галагенідів. Комплексонометрія.

Розчини з нормальною концентрацією. Хімічний еквівалент, обчислення еквівалентів речовин. Закон еквівалентів і застосування його в титрометричному аналізі.

## МОДУЛЬ 4

**Змістовий модуль 4. Інструментальні методи кількісного аналізу.**

**Тема 9. Потенціометричні методи аналізу (ІК, К18, К19, К17. ПР 08, ПР07, ПР11).**

Кондуктометричне титрування. Потенціометричні методи аналізу, визначення рН розчину. Потенціометричне титрування, види електродів. Криві потенціометричного титрування.

**Тема 10. Хроматографічні методи аналізу (ІК, К18, К19, К17. ПР 08, ПР07, ПР11).**

Класифікація хроматографічних методів. Газова хроматографія. Рідинна хроматографія. Паперова і тонкошарова хроматографія.

**Тема 11. Оптичні методи аналізу (ІК, К18, К19, К17. ПР 08, ПР07, ПР11).**

Фотометричний аналіз. Закони поглинання світла. Вимоги до кольорових реакцій. Фотоелектроколориметрія. Приклади фотоелектроколориметричних визначень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 15

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	лекції	лабораторні	практичні	самостійна робота	усього	лекції	лабораторні	практичні	самостійна робота
<b>МОДУЛЬ 1</b>										
<b>Змістовий модуль 1. Біосфера. Теоретичні основи біогеохімічних процесів</b>										
Тема 1. Біогеохімія, предмет, задачі. Будова атомів. Періодичний закон і система елементів. Хімічний зв'язок.	6	2	4	-	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Термодинаміка хімічних процесів. Хімічна кінетика та хімічна рівновага.	6	2	4	-	-	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 1</b>	12	4	8	-	-	-	-	-	-	-
<b>Змістовий модуль 2. Властивості розчинів. Окисно-відновні реакції в навколишньому середовищі</b>										
Тема 3. Колігативні властивості розчинів. Способи вираження концентрації речовини.	9	2	4	-	3	-	-	-	-	-
Тема 4. Електролітична дисоціація. Водневий показник. Сильні та слабкі електроліти	8	2	4	-	2	-	-	-	-	-
Тема 5. Окисно-відновні реакції. Електрохімічні процеси. Електроліз.	8	2	4	-	2	-	-	-	-	-
Тема 6. Основи теорії та розкладу координаційних сполук.	7	2	3	-	2	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 2</b>	32	8	15	-	9	-	-	-	-	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 1</b>	44	12	23		9					
Модульний контроль 1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<b>МОДУЛЬ 2</b>										
<b>Змістовий модуль 3. Елементи неорганічної хімії. Міграція хімічних елементів у біосфері.</b>										
Тема 7. Закономірності поширення хімічних елементів в біосфері.	4	1	-	-	3	-	-	-	-	-
Тема 8. Хімія s- та p-елементів та їх біологічна роль	8	1	4	-	3	-	-	-	-	-
Тема 9. Основи хімії та біогеохімії d- та f-елементів. d-метали та їх сполуки. Ферум, Кобальт, Нікол.	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Тема 10. Органічна геохімія. Альдегіди і кетони. Карбонові кислоти та їх похідні.	7	2	3	-	2	-	-	-	-	-
Тема 11. Вплив забруднюючих речовин на біосферу. Методи вивчення.	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 3</b>	29	4	7	-	18	-	-	-	-	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 2</b>	29	4	8		18					
Модульний контроль 2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 16

Змістові модулі і теми	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	лекції	лабораторні	практичні	самостійна робота	усього	лекції	лабораторні	практичні	самостійна робота
<b>МОДУЛЬ 3.</b>										
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні основи аналітичної хімії.</b>										
Тема 1. Рівновага в гомогенних та гетерогенних системах.	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Тема 2. Основи теорії окисно-відновних процесів, які використовують в якісному аналізі.	7	1	4	-	2	-	-	-	-	-
Тема 3. Основи теорії та розкладу координаційних сполук.	7	1	4	-	2	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 1</b>	18	4	8	-	6	-	-	-	-	-
<b>Змістовий модуль 2. Якісний аналіз</b>										
Тема 4. Якісні реакції на катіони, аналітичні групи катіонів.	8	2	4	-	2	-	-	-	-	-
Тема 5. Якісні реакції на аніони, аналітичні групи аніонів.	8	2	3	-	3	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 2</b>	16	4	7	-	5	-	-	-	-	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 3</b>	34	8	15	-	11	-	-	-	-	-
Модульний контроль 1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<b>МОДУЛЬ 4</b>										
<b>Змістовий модуль 3. Кількісний аналіз. Хімічні методи аналізу.</b>										
Тема 6. Гравіметричний аналіз. Основні етапи проведення гравіметричного аналізу	8	2	4	-	2	-	-	-	-	-
Тема 7. Теоретичні основи об'ємного аналізу, методи та розрахунки	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Тема 8. Кислотно-основне, осаджувальне титрування. Індикатори.	6	-	4	-	2	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 3</b>	18	4	8	-	6	-	-	-	-	-
<b>Змістовий модуль 4. Інструментальні методи кількісного аналізу.</b>										
Тема 9. Потенціометричні методи аналізу.	6	2	-	-	4	-	-	-	-	-
Тема 10. Хроматографічні методи аналізу.	10	2	4	-	4	-	-	-	-	-
Тема 11. Оптичні методи аналізу.	5	-	3	-	2	-	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 4</b>	21	4	7	-	10	-	-	-	-	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 4</b>	39	8	15	-	16	-	-	-	-	-
Модульний контроль 2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<b>ВСЬОГО</b>	150	32	64	-	54	-	-	-	-	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 28 / 17

## 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>МОДУЛЬ 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Біосфера. Теоретичні основи біогеохімічних процесів</b>			
1	Будова атомів. Періодичний закон і система елементів. Хімічний зв'язок	4	-
2	Термодинаміка хімічних процесів. Хімічна кінетика та хімічна рівновага.	4	-
<b>Змістовий модуль 2. Властивості розчинів. Окисно-відновні реакції в навколишньому середовищі</b>			
3	Колігативні властивості розчинів. Способи вираження концентрації речовини.	4	-
4	Електролітична дисоціація. Водневий показник. Сильні та слабкі електроліти	4	-
5	Окисно-відновні реакції. Електрохімічні процеси. Електроліз.	4	-
6	Основи теорії та розкладу координаційних сполук. Модульний контроль 1.	3+1	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 1</b>		24	-
<b>МОДУЛЬ 2</b>			
<b>Змістовий модуль 3. Елементи неорганічної хімії. Міграція хімічних елементів у біосфері</b>			
7	Хімія s- та p-елементів та їх біологічна роль	4	-
8	Органічна геохімія. Альдегіди і кетони. Карбонові кислоти та їх похідні. Модульний контроль 2.	3+1	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 2</b>		8	-
<b>ВСЬОГО</b>		32	-
<b>МОДУЛЬ 3</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні основи аналітичної хімії.</b>			
1	Основи теорії окисно-відновних процесів, які використовують в якісному аналізі.	2	-
2	Координаційні сполуки та їх застосування в аналітичній хімії	2	-
<b>Змістовий модуль 2. Якісний аналіз</b>			
3	Якісні реакції на катіони, аналітичні групи катіонів.	2	-
4	Якісні реакції на аніони, аналітичні групи аніонів. Модульний контроль	1+1	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 3</b>		8	-
<b>МОДУЛЬ 4</b>			
<b>Змістовий модуль 3. Кількісний аналіз. Хімічні методи аналізу.</b>			
5	Гравіметричний аналіз. Основні етапи проведення гравіметричного аналізу	2	-
6	Кислотно-основне, осаджувальне титрування. Індикатори.	2	-
<b>Змістовий модуль 4. Інструментальні методи кількісного аналізу.</b>			
7	Хроматографічні методи аналізу.	2	-
8	Оптичні методи аналізу. Модульний контроль	1+1	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 4</b>		8	-
<b>РАЗОМ</b>		<b>48</b>	<b>-</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 18

## 6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>МОДУЛЬ 1</b>			
<b>Змістовий модуль 2. Властивості розчинів. Окисно-відновні реакції в навколишньому середовищі</b>			
3	Колігативні властивості розчинів. Способи вираження концентрації речовини. № 222-232	4	-
4	Електролітична дисоціація. Водневий показник. Сильні та слабкі електроліти. № 300-305, 316-319, 335-340.	2	-
5	Окисно-відновні реакції. Електрохімічні процеси. Електроліз. № 386 (1-10), 391, 392. 415, 421.	2	-
6	Основи теорії та розкладу координаційних сполук. № 440-445	2	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 1</b>		10	-
<b>МОДУЛЬ 2</b>			
<b>Змістовий модуль 3. Елементи неорганічної хімії. Міграція хімічних елементів у біосфері</b>			
7	Поняття про біосферу. Закономірності поширення хімічних елементів в біосфері. № 460-463	3	-
8	Хімія s- та p-елементів та їх біологічна роль № 495-498, 517-520.	3	-
9	Основи хімії та біогеохімії d- та f-елементів. d-метали та їх сполуки. Ферум, Кобальт, Нікол. № 550-555.	5	-
10	Органічна геохімія. Альдегіди і кетони. Карбонові кислоти та їх похідні № 572-582..	2	-
11	Вплив забруднюючих речовин на біосферу. Методи вивчення. <i>Написати реферат про один із методів вивчення біосфери</i>	5	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 2</b>		18	-
<b>МОДУЛЬ 3*</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні основи аналітичної хімії.</b>			
1	Рівновага в гомогенних та гетерогенних системах. № 5-15. Опрацювати теорію, яка стосується сильних і слабких електролітів	2	-
2	Основи теорії окисно-відновних процесів, які використовують в якісному аналізі. Умови перебігу окисно-відновних реакцій. № 225-235	2	-
3	Координаційні сполуки в аналітичній хімії. Хімічний зв'язок в комплексних сполуках. № 210-230	2	-
<b>Змістовий модуль 2. Якісний аналіз</b>			
4	Якісні реакції на катіони, аналітичні групи катіонів. № 138-148	2	-
5	Якісні реакції на аніони, аналітичні групи аніонів. № 129-137	2	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 3</b>		10	-
<b>МОДУЛЬ 4</b>			
<b>Змістовий модуль 3. Кількісний аналіз. Хімічні методи аналізу.</b>			
6	Гравіметричний аналіз. Основні етапи проведення гравіметричного аналізу. Точність обчислення в гравіметричному аналізі. № 161-171	2	-
7	Теоретичні основи об'ємного аналізу, методи та розрахунки. Закон еквівалентів. Перерахунок одного виду концентрації в інший. № 205-215	2	-
8	Кислотно-основне, осаджувальне титрування. Індикатори. № 183-193	2	-
<b>Змістовий модуль 4. Інструментальні методи кількісного аналізу.</b>			
9	Потенціометричні методи аналізу. № 216-224	4	-
10	Хроматографічні методи аналізу. Теоретичні основи хроматографічного методу аналізу. Іоно-обмінний спосіб очистки води.	4	-
11	Оптичні методи аналізу. Теоретичні основи оптичних методів аналізу. Будова і експлуатація фотоелектроколориметрів.	2	-
<b>РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 4</b>		16	-
<b>РАЗОМ</b>		54	-

Теоретичні питання опрацювати за підручниками, що подані в переліку основної літератури

1. Задачі до модулів 1, 2 подані за навчально-методичним посібником: Скиба Г.В., Шевчук Л.М., Сікач Т.І., Демчук Л.І. Загальна хімія: теорія та задачі : навчальний посібник. Житомир: Житомирська політехніка, 2024. 141 с. <https://library.ztu.edu.ua/textslocal/Skyba1.pdf>

\*2. Задачі до модулів 3, 4 подані із навчально-методичного посібника: Скиба Г.В., Герасимчук О.Л., Корбут М.Б., Кірейцева Г.В. Аналітична хімія природного середовища : навч. посібник. Житомир: Державний університет "Житомирська політехніка", 2022. 164 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 28 / 19

## 7. Індивідуальні самостійні завдання

У структурі навчальної дисципліни передбачені лабораторні заняття під час яких відбувається перевірка теоретичного матеріалу у вигляді виконання розрахункових задач і вправ, які виконуються студентами самостійно а також захист і виконання лабораторних робіт. На освітньому порталі дисципліни розташовані електронні тести для самостійного виконання студентами по кожній темі лабораторного заняття.

## 8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються методи навчання, що сприяють досягненню відповідних програмних результатів.

Результат навчання	Методи навчання
<b>ПР06.</b> Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер.	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків)
<b>ПР07.</b> Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер.	– Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, проведення розрахунків)
<b>ПР08.</b> Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків)
<b>ПР09.</b> Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу.	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків)
<b>ПР11.</b> Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 28 / 20

## 9. Методи контролю

Перевірка досягнення програмних результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

Результат навчання	Методи контролю
<b>ПР06.</b> Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання практичних завдань,</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Залік, екзамен</li> </ul>
<b>ПР07.</b> Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання практичних завдань,</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Залік, екзамен</li> </ul>
<b>ПР08.</b> Обґрунтовувати вибір та використовувати польові та лабораторні методи для аналізу природних та антропогенних систем і об'єктів.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання практичних завдань,</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Залік, екзамен</li> </ul>
<b>ПР09.</b> Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання практичних завдань,</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Експрес-тестування</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Залік, екзамен</li> </ul>
<b>ПР11.</b> Впорядковувати і узагальнювати матеріали польових та лабораторних досліджень.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання практичних завдань,</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> </ul>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 21

Результат навчання	Методи контролю
	робіт – Експрес-тестування – Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань – Залік, екзамен

## 10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає: поточний, модульний та підсумковий контроль – для здобувачів денної форми здобуття вищої освіти.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Модульний контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти за модуль (змістові модулі) навчальної дисципліни. Модульний контроль проводиться під час навчального заняття після завершення вивчення матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Модульний контроль здійснюється у формі написання контрольної роботи або виконання електронних тестових завдань.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль у формі заліку проводиться у першому семестрі, у формі екзамену – у другому семестрі вивчення навчальної дисципліни. Процедура складання заліку та екзамену визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр
<b>Для здобувача денної форми здобуття вищої освіти</b>	
Виконання завдань поточного контролю	60
Виконання завдань модульного	40
<b>Підсумкова семестрова оцінка</b>	<b>100</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-23.10-05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

### Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
<b>Семестр 1</b>		
Виконання завдань під час навчальних занять	60	-
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали): 1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах 2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій	10	-
<b>Разом за виконання завдань поточного контролю</b>	<b>60</b>	<b>-</b>
<b>Семестр 2</b>		
Виконання завдань під час навчальних занять	60	-
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали): 1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах 2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій 3. Інші види робіт (наводиться перелік видів робіт)	10	-
<b>Разом за виконання завдань поточного контролю</b>	<b>60</b>	<b>-</b>

### Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
<b>Семестр 1</b>		
Відповіді (виступи) на заняттях	5	-
Виконання тестових завдань	40	-
Виконання та захист лабораторних робіт, практичних задач	15	-
<b>Разом за виконання завдань під час навчальних занять</b>	<b>60</b>	<b>-</b>
<b>Семестр 2</b>		
Відповіді (виступи) на заняттях	5	-
Виконання тестових завдань	40	-
Виконання та захист лабораторних робіт, практичних задач	15	-
<b>Разом за виконання завдань під час навчальних занять</b>	<b>60</b>	<b>-</b>

З метою застосування цілих чисел для оцінювання результатів роботи здобувачів під час навчальних занять протягом семестру може використовуватися

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 23

100-бальна шкала оцінювання щодо кожного окремо виду робіт. Розрахунок загальної кількості балів, які здобувач може набрати за результатами роботи під час навчальних занять протягом семестру, проводиться за формулою:

$$P_{\text{НЗ}} = \sum(P_i \times \text{ВК}_i) \times K_{\text{НЗ}}, \quad (1)$$

де  $P_{\text{НЗ}}$  – загальна кількість балів, набраних здобувачем за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

$P_i$  – кількість набраних здобувачем балів за семестр за виконання  $i$ -го виду робіт під час навчальних занять (за 100-бальною шкалою);

$\text{ВК}_i$  – ваговий коефіцієнт за виконання  $i$ -го виду робіт під час навчальних занять. Значення вагових коефіцієнтів розраховуються шляхом ділення кількості балів, яка передбачена за виконання окремого виду робіт під час навчальних занять, на сумарну кількість балів за виконання усіх видів робіт під час навчальних занять за семестр;

$K_{\text{НЗ}}$  – коригувальний коефіцієнт, який визначається шляхом ділення кількості балів, що передбачена за виконання завдань під час навчальних занять за семестр, на 100 балів.

### Розподіл балів за виконання завдань модульного контролю

Види робіт здобувача денної форми здобуття вищої освіти	Кількість балів за семестр
<b>Семестр 1</b>	
Виконання завдань модульного контролю 1	20
Виконання завдань модульного контролю 2	20
<b>Разом за виконання завдань модульного контролю</b>	<b>40</b>
<b>Семестр 2</b>	
Виконання завдань модульного контролю 1	20
Виконання завдань модульного контролю 2	20
<b>Разом за виконання завдань модульного контролю</b>	<b>40</b>

Якщо здобувач денної форми здобуття вищої освіти протягом семестру виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, склав модульний контроль і набрав у сумі 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач денної форми здобуття вищої освіти протягом семестру виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, і набрав 60 балів або більше та бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю. Набрані бали за виконання завдань підсумкового контролю, а також бали за

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 24

поточний контроль сумуються і формується семестрова оцінка з навчальної дисципліни. Бали, які здобувач вищої освіти набрав за виконання завдань модульного контролю, при цьому не враховуються під час розрахунку семестрової оцінки з навчальної дисципліни.

На залік з навчальної дисципліни, яка вивчається впродовж двох семестрів, виносяться ключові питання з першого семестру вивчення навчальної дисципліни. На екзамен з навчальної дисципліни, яка вивчається впродовж двох семестрів, виносяться ключові питання з усієї навчальної дисципліни.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури семестрового підсумкового контролю, якщо протягом семестру виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, і за поточний контроль у сумі набрав 36 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти протягом семестру за результатами поточного контролю набрав 25–35 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти протягом семестру за результатами поточного контролю набрав від 0 до 24 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті**

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти. Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 28 / 25

процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Національна шкала		100-бальна шкала
	Екзамен	Залік	
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FX	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F			0-34

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-23.10-
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»			05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01-
	Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 26

## 11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1	Адсорбція	Adsorption
2	Десорбція	Desorption
3	Біогеохімічний цикл	Biogeochemical Cycles
4	Біодеградація	Biodegradation
5	Каталізатор	Catalyst
6	Забруднювач	Contaminant
7	Важкі метали	Heavy Metals
8	Гідроліз	Hydrolysis
9	Ізотопи	Isotopes
10	Окиснення	Oxidation
11	Дрібнодисперсні частки	Particulate Matter (PM)
12	Водневий показник рН	pH
13	Фітореміністрація	Phytoremediation
14	Забруднювач	Pollutant
15	Осадження	Sedimentation
16	Токсичність	Toxicity
17	Леткі органічні сполуки (ЛОС)	Volatile Organic Compounds (VOCs)
18	Ксенобіотик	Xenobiotic
19	Зоопланктон	Zooplankton
20	Окисно-відновна реакція	Redox Reaction
21	Точність	Accuracy
22	Концентрація	Concentration
23	Калібрування	Calibration
24	Межа виявлення	Detection limit
25	Кількісний аналіз	Quantification
26	Титрування	Titration
27	Хроматографія	Chromatography
28	Спектроскопія	Spectroscopy.
29	Стандартний розчин	Standard solution
30	Реагент	Reagent
31	Розчинник	Solvent
32	Зразок	Sample
33	Аналіт	Analyte
34	Інтерференція	Interference
35	Гравіметрія	Gravimetry
36	Електрохімія	Electrochemistry
37	Буферний розчин	Buffer solution
38	рН	pH
39	Об'ємний аналіз	Volumetric analysis
40	Молярність	Molarity

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 27

## 12. Рекомендована література

### Основна література

1. Скиба Г.В., Шевчук Л.М., Сікач Т.І., Демчук Л.І. Загальна хімія: теорія та задачі : навчальний посібник. Житомир: Житомирська політехніка, 2024. 141 с.
2. Основи біогеохімії: навчальний посібник / С. І. Цехмістренко, Н. В. Пономаренко, В. М. Поліщук та ін.; за редакцією С. І. Цехмістренко. Біла Церква: БНАУ, 2023. 175 с.
3. Скиба Г.В., Герасимчук О.Л., Корбут М.Б., Кірейцева Г.В. Аналітична хімія природного середовища: навч. посібник. Житомир: Державний університет "Житомирська політехніка", 2022. 164 с.
4. Методичні рекомендації для проведення лабораторних занять і самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни "Біогеохімія та аналітична хімія" для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності Е4 «Науки про Землю», (авторка Скиба Г.В.), 2025. 93 с. Електр. видання (Протокол НМР №6 від 21.10.2025 р.).
5. Аналітична хімія: навчальний посібник / Кичкирук О.Ю., Шляніна А.В., Кусяк Н.В. Житомир: Вид-во ЖДУ імені Івана Франка. 2022. 242 с.
6. Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять з навчальної дисципліни "Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу" для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня "бакалавр" спеціальності 103 "Науки про Землю" (автор Скиба Г.В.), 2024. 99 с. Електронне видання (Протокол НМР №6 від 27.11.2024 р.).
7. Skyba G, Kolodii M. Quantitative assessment of water quality in the Vidsichne reservoir (Zhytomyr, Ukraine). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technology, Social and Economic Matters (ICSF-2023) 22/05/2023 - 26/05/2023 / Kryvyi Rih, Ukraine. 2023. Vol.1254. P. 012084
8. Urso, M., Ussia, M., & Pumera, M. (2023). Smart micro- and nanorobots for water purification. *Nature Reviews Bioengineering*, 1(4), 236-251. Article 28. <https://doi.org/10.1038/s44222-023-00025-9>

### Допоміжна література

1. Скиба Г.В. Курс загальної хімії: навч. посібник. - Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка». 2019. 120 с.
2. CRC Handbook of Basic Tables for Chemical Analysis Data-Driven Methods and Interpretation / Thomas J. Bruno, Paris D.N. Svoronos. Published by CRC Press. 2020. 559 p.
3. Березнюк О. П., Гулай Л. Д., Руда І. П., Піскач Л. В. Неорганічна хімія: методичні рекомендації для самопідготовки до лабораторних занять студентам І курсу хімічних спеціальностей «Середня освіта. Хімія», «Хімія», «Хімія ліків» /

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-23.10- 05.01/Е4.00.1/Б/ОК10-01- 2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 28 / 28

О. П. Березнюк, Л. Д. Гулай, І. П. Руда, Л. В. Піскач. Луцьк: ФОП Мажула Ю. М., 2025. 68 с

4. Хімія неметалів з основами біогеохімії. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів екологічного та агрономічного профілю /Укл. Мартиненко В.Г., Мартиненко А.П., Медведєва О.В. Кропивницький: ЦНТУ, 2018. 330 с

5. Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Кірейцева Г.В., Демчук Л.І., Скиба Г.В., Вовк В.М. Оцінка стану та фіторемедіаційного потенціалу антропогенно трансформованих гідроекосистем Малинщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 5 (50). С. 81-87.

6. Скиба Г.В., Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Хоменко С.В. Визначення та прогнозування вмісту есенціальних важких металів у поверхневих водах урбанізованих ділянок річки Тетерів (Житомир). Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки 2024. Вип. 2. С. 50-57. URL:

7. Кірейцева Г.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В. GAP-аналіз водокористування у контексті запобігання евтрофікації річки Тетерів в межах урбоекосистеми м. Житомира. Екологічні науки. 2024. Вип. 4(55). С. 53-58.

### 13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Наукова бібліотека Державного університету «Житомирська політехніка» (адреса: м. Житомир, вул. Чуднівська 103, режим доступу: <https://lib.ztu.edu.ua/>)

2. Електронна бібліотека літератури із загальної хімії: веб-сайт. URL: <https://techemy.com> (дата звернення: 25.05.2022).