

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

**Кафедра композиційних конструкцій та авіаційного
матеріалознавства (№ 403)**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Ігор БЕРЕШКО

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« 29 » серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
HABЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Хімія з основами біогеохімії

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: Е «Природничі науки, математика та статистика»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: Е2 Екологія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Екологія та охорона навколишнього середовища

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник (и): ст. викл. Середенко В. В.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
композиційних конструкцій та авіаційного матеріалознавства (403)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 26 » серпня 2025 р.

В.о. завідувача кафедри 403, к.т.н., доц.
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Федір ГАГАУЗ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:


(підпис)

Микита МІЛЬШИН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Середенко Вікторія Валентинівна

Посада: старший викладач

Науковий ступінь: –

Вчене звання: –

Перелік дисциплін, які викладає: Хімія, Хімія с основами біогеохімії, Хімія (англ), Фізична хімія полімерів і композитних матеріалів

Напрями наукових досліджень: дослідження гетерогенних каталітичних процесів, екологічна оцінка, оцінка якості товарів

Контактна інформація: v.seredenko@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	1
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	3,5 кредитів ЄКТС / 105 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 24, лабораторні – 24; СРЗ – 57);
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Шкільний курс хімії
Кореквізити	Вступ до фаху
Постреквізити	Ґрунтознавство, гідрологія, моніторинг довкілля, методи і засоби захисту біосфери

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета

Знайомство студентів з головними закономірностями фізико-хімічних процесів, що протікають в екосистемах та використовуються в технологіях захисту навколишнього середовища, з основами біогеохімічних (БГХ) процесів в природних середовищах.

Завдання

Вивчення основних закономірностей перебігу хімічних реакцій, умов їх протікання та факторів, що впливають на напрямок і швидкість хімічних процесів, а також набуття навичок розрахунку їх термодинамічних і кінетичних характеристик. Ознайомлення із залежністю фізико-хімічних властивостей речовин від їх хімічного складу, електронної будови атомів і молекул, типу хімічного зв'язку та просторової структури. Розуміння механізмів міграції хімічних елементів у природних середовищах, біогеохімічних циклах, а також роль хімічних процесів у забезпеченні стійкості екосистем і впливу антропогенних факторів на довкілля.

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій, та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов та вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

K13¹. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

Спеціальні компетентності (К)

K14. Знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

Програмні результати навчання (ПР):

ПР03 Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

ПР19 Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти і самоосвіти.

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Хімічна термодинаміка та кінетика. Реакційні властивості речовин.

Тема 1. Хімічна термодинаміка.

Предмет і завдання курсу «Хімія з основами біогеохімії» в підготовці спеціалістів по екології та захисту навколишнього середовища. Роль хімії в раціональному природокористуванні. Структура курсу «Хімія з основами біогеохімії». Енергетика хімічних процесів. Внутрішня енергія та ентальпія. Перший закон термодинаміки. Функції стану.

Закон Геса та наслідки із закону Геса. Термохімічні розрахунки. Ентальпія утворення і згоряння речовин, теплові ефекти реакцій. Залежність теплового ефекту хімічних реакцій від температури. Закон Кірхгофа. Рушійні сили реакцій. Поняття про ентропію та її зміну в різних процесах. Другий закон термодинаміки. Самодовільні і несамодовільні процеси, термодинамічно оборотні процеси. Максимальна і максимально корисна робота процесів. Термодинамічні потенціали, як міра працеспроможності систем і як критерій напрямку перебігу процесів. Енергія Гібса та Гельмгольца, як міра стабільності, спорідненості сполук та напрямку хімічних процесів.

Лабораторні роботи: «Лабораторний посуд», «Визначення теплових ефектів хімічних реакцій».

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання домашніх завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 2. Хімічна кінетика.

Кінетична класифікація реакцій. Фактори, що впливають на швидкість реакцій. Залежність швидкості реакції від концентрації реагентів, закон діючих мас. Порядок та молекулярність реакцій. Константи швидкості реакцій. Період напівперетворення реакцій. Механізм хімічних реакцій та їх молекулярність.

Залежність швидкості реакцій від температури. Теорія активних зіткнень. Енергія активації. Рівняння Арреніуса, правило Вант-Гофа. Методи визначення енергії активації, стеричний фактор. Теорія перехідного стану. Кінетика гетерогенних реакцій, механізм. Механізм радикальних процесів. Ланцюгові реакції, їх кінетика.

Гомогенний та гетерогенний каталіз, його особливості та механізм. Хімічна рівновага в гетерогенних і гомогенних системах. Константи хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шательє – зміщення рівноваги, як метод оптимізації умов технологічних процесів.

Лабораторні роботи: «Визначення кінетичних характеристик хімічних реакцій», «Термодинамічні та кінетичні розрахунки фізико-хімічних процесів».

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт

Тема 3. Реакційні властивості речовин.

Періодичний закон Д.І. Менделєєва. Будова багатоелектронних атомів і Періодична система. Принцип Паулі, правила Хунда і Клечковського. Хімічний зв'язок і будова молекул, властивості сполук. Природа хімічного зв'язку. Типи хімічного зв'язку. Квантово-механічна теорія ковалентного зв'язку.

Властивості ковалентного зв'язку та молекул. Гібридизація АО. Структура молекул. Полярність молекул. Характеристики ковалентного зв'язку. Донорно-акцепторний механізм утворення ковалентного зв'язку. Комплексні сполуки, будова та властивості. Іонний зв'язок, його властивості. Властивості сполук з різними типами зв'язків. Комплексні сполуки, будова та властивості. Міжмолекулярні взаємодії. Водневий зв'язок.

Лабораторні роботи: «Будова речовин», «Комплексні сполуки».

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 2. Електрохімічні явища. Розчини. Елементи біогеохімії

Тема 4. Хімічні джерела електричної енергії. Електроліз.

Закони електролізу - закони Фарадея. Напруга розкладу. ЕРС під час електролізу, перенапруга, потенціали розряду іонів при електролізі. Застосування електролізу, ХДС в екологічних технологіях захисту навколишнього середовища.

Лабораторні роботи: «Фізико-хімічні властивості гальванічних елементів».

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 5. Розчини.

Дисперсні системи. Молекулярні та іонні розчини. Розчинність речовин. Кількісне вираження складу розчинів: молярна концентрація, молярна концентрація еквівалента (нормальність), моляльна концентрація, процентна концентрація, мольна частка. Приготування водних розчинів певної молярної концентрації і молярної концентрації еквівалента (нормальності).

Розчини. Теорії розчинів. Водні розчини електролітів. Слабкі електроліти. Ступінь та константа дисоціації. Сильні електроліти. Іонний добуток води. Водневий показник. Гідроліз солей.

Розчинність. Фактори, які впливають на розчинність газів, рідин і твердих речовин. Добуток розчинності. Закон розведення Освальда. Закон Генрі. Закони Рауля для електролітів і неелектролітів. Правило фаз Гіббса.

Дисперсні і колоїдні системи. Види дисперсних систем, властивості, способи отримання і застосування.

Лабораторні роботи: «Визначення молярної маси речовин кріоскопічним методом», «Розчини. Приготування розчинів. Фізико-хімічні властивості розчинів».

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 6. Основні закономірності біогеохімії

Біогеохімія навколишнього середовища. Екологічні системи та основи їх функціонування. Теорія біосфери Вернадського. Жива речовина в біосфері та її склад в різних екосистемах. Міграція хімічних елементів між живими організмами та навколишнім середовищем. Кларки хімічних елементів. Значення різних елементів в життєдіяльності організмів. Кругообіг різних елементів в екосистемах. Коефіцієнт біологічного поглинання. Біогеохімія атмосфери, гідросфери та літосфери (педосфери). Особливості хімічних процесів в атмосфері, гідросфері та літосфері. Життєдіяльність організмів та склад атмосфери, гідросфери та літосфери. Закони константності Вернадського та біогенної міграції хімічних елементів.

Лабораторні роботи: «Фізико-хімічні закономірності міграції елементів в екологічних системах»

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка доповіді (Міграція і кругообіг хімічних елементів між живими організмами та їх значення в життєдіяльності організмів).

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

(навчальним планом не передбачені)

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді тестів, усної задачі лабораторних робіт, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	5	0..20
Модульний контроль	0...30	1	0..30
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	5	0...30
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (*іспит*) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до *іспиту*. Під час складання семестрового *іспиту* здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань і двох задач. Наприклад, теоретичні запитання:

1. Теплові ефекти хімічних реакцій при $P = \text{Const}$ і $V = \text{Const}$. Зв'язок між тепловими ефектами при різних умовах. Стандартні теплові ефекти реакцій.

2. Сучасна квантово-механічна теорія будови атомів хімічних елементів. Принцип Паулі, правила Хунда та Клечковського. Електронні сімейства елементів. Кларки хімічних елементів

3. Каталізатор зменшує енергію активації реакції на 30 кДж/моль при стандартних умовах. Розрахувати збільшення швидкості реакції в присутності даного каталізатора.

4. Розрахуйте молярну концентрацію солі, якщо 120 г NaCl розчинили в 250 мл води.

Максимальна кількість балів за одне питання – 25.

Таблиця 8.3 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі лабораторні роботи та здати тестування. Знати основні термодинамічні та кінетичні закони протікання хімічних реакцій. Уміти розраховувати теплові ефекти реакцій та основні кінетичні характеристики. Мати уявлення про будову та реакційну спроможність речовин. Мати навички розрахунку концентрації речовин і вміти оцінити кислотність середовища. Мати уявлення про вплив біохімічних процесів на стан навколишнього середовища.

Добре (75-89). Твердо знати основні закони хімії та біогеохімії. Захистити всі лабораторні роботи та здати тестування. Вміти розраховувати теплові ефекти реакцій при різних температурах.

Аналізувати термодинамічні та кінетичні характеристики реакцій. Добре володіти принципами будови атомів, молекул, речовин та їх впливу на фізико-хімічні властивості.

Вміти розраховувати кислотність електролітів. Вміти перераховувати одні концентрації в інші. Орієнтуватися і вміти застосовувати закони Рауля. Знати відмінності дисперсних та колоїдних систем.

Знати особливості хімічних процесів в атмосфері, гідросфері та літосфері. Вміти оцінити вплив життєдіяльності організмів на склад атмосфери, гідросфери та літосфери. Вміти навести приклад кругообігу речовин в природі.

Відмінно (90-100). Здати всі тестування з оцінкою "відмінно". Захистити лабораторні роботи на "відмінно". Досконало знати всі теми курсу "Хімія з основами біогеохімії" та вміти застосовувати їх в практиці оцінювання стану навколишнього середовища.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Характер курсу передбачає обов'язкове відвідування лабораторних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати лабораторні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять.

Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, які розглядаються в роботі. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu->

dobrochesnist.pdf). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu.ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenty/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Захарченко М.І., Середенко В.В. Хімія з основами біогеохімії // навч. посібник до лабораторного практикуму – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2024. – 109 с. <http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/>.
2. Захарченко Н.І., Середенко В.В. Хімія. Частина 1. Термодинамічні і кінетичні закономірності протікання хімічних реакцій // навч. посібник – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2018. – 56 с.
3. Захарченко М.І., Середенко В.В. Хімія. Частина 2. Будова речовин і електрохімічні явища // навч. посібник – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2019. – 88 с.
4. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9129>.

11. Рекомендована література

Базова

1. Загальна та неорганічна хімія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Є. Я. Левітін, А. М. Бризицька, Р. Г. Клоєва ; Національний фармацевтичний університет. 3-є вид. Харків : НФаУ "Золоті сторінки", 2017. 512 с.
2. Кичкирук О.Ю., Шляніна А.В., Кусяк Н.В. Аналітична хімія: навчальний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2022. 242 с.
3. Загальна хімія: навч. посібник / В. І. Булавін [та ін.] ; заг. ред. В. І. Булавін ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". 2-ге вид., перероб. та допов. Харків : НТУ "ХПІ", 2019. 376 с.
4. Основи біогеохімії: навчальний посібник / С. І. Цехмістренко, Н. В. Пономаренко, В. М. Поліщук, С. А. Поліщук, О. С. Цехмістренко. Біла Церква, 2023. 183 с.

5. Мітрясова О. П. Хімія з основами біогеохімії: навч. посіб. К. : Кондор-Видавництво, 2016. 384 с.
6. Ісаєнко В. М., Войціцький В. М., Бабенюк Ю. Д. Екологічна біохімія: навч. посіб. К. : Книжкове вид-во НАУ, 2005. 440 с.
7. Войтенко Л.В. Хімія з основами біогеохімії. Київ: Наукова столиця, 2019. 400 с.

Допоміжна

1. Концентрації розчинів: навчальний посібник із загальної / Г. М. Розанцев, С. В. Радіо, О. Ю. Пойманова, Н. І. Гумерова. Вінниця : ДонНУ, 2016. 61 с.
2. Базель Я.Р., Шкумбатюк Р.С., Сухарева О.Ю., Воронич О.Г. Навчальний посібник з курсу «Аналітична хімія». Частина 1. Якісний хімічний аналіз. Жгород : в-во УжНУ, 2010. Ч. 1. 116 с.
3. Неорганічна хімія: підручник / Панасенко О. І., Голуб А. М., Андрійко О. О., Василега-Дерибас М. Д., Панасенко Т. В., Саліонов В. О., Щербина Р. О., Бабенков Є. О., Кремзер О. А., Мельник І. В., Парченко В. В., Сафонов А. А., Постол Н. А., Гоцуля А. С., Куліш С. М., Буряк В. П. Львів : «Магнолія 2006», 2019. 462 с. ISBN 978-617-574-153-5.
4. Копілевич В.А., Войтенко Л.В., Лаврик Р.В. Лабораторний практикум з хімії навколишнього середовища. К. : ArgoMediaGroup, 2012. 201 с.

12. Інформаційні ресурси

1. <http://chemistry-chemists.com/>.
2. <http://www.chemistry.in.ua/>.