

Міністерство освіти і науки України  
Сумський національний аграрний університет  
Факультет агротехнологій та природокористування  
Кафедра екології та ботаніки

**Робоча програма (силабус) освітнього компонента**  
ОК 9 Хімія з основами біогеохімії  
**(обов'язковий)**

|                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| <b>Спеціальність</b>       | Е2 Екологія            |
| <b>Освітня програма</b>    | Екологія               |
| <b>Рівень вищої освіти</b> | Перший (бакалаврський) |

**Суми – 2026**

Розробник:



(підпис)

К. С. Кирильчук, к.б.н., доцент кафедри екології та ботаніки

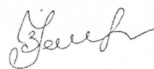
(прізвище, ініціали)

(вчений ступінь та звання, посада)

Розглянуто та схвалено  
на затверджено на  
засіданні кафедри  
екології та ботаніки  
(назва кафедри)

протокол від 12.05.2026 р. № 12

Завідувач  
кафедри

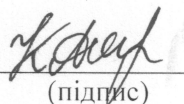


(підпис)

**Інна ЗУБЦОВА**  
(прізвище, ініціали)

Погоджено:

Гарант освітньої програми

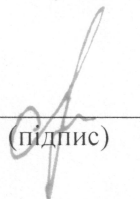


(підпис)

Ганна КЛИМЕНКО

(Ім'я, прізвище)

Декан факультету, де реалізується освітня програма

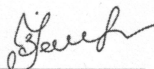


(підпис)

Сергій ГОРБАСЬ

(Ім'я, прізвище)

Рецензія на робочу програму надана



(підпис)

Інна Зубцова

(ПІБ)



(підпис)

Юрій Скляр

(ПІБ)

Методист відділу якості освіти,  
ліцензування та акредитації



(підпис)

(Надія Баранівська)

(ПІБ)

Зареєстровано в електронній базі: дата: 30.06 2026 р.

Інформація про перегляд робочої програми (силабусу):

| Навчальний рік, в якому вносяться зміни | Номер додатку до робочої програми з описом змін | Зміни розглянуто і схвалено               |                   |                           |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|---------------------------|
|                                         |                                                 | Дата та номер протоколу засідання кафедри | Завідувач кафедри | Гарант освітньої програми |
|                                         |                                                 |                                           |                   |                           |
|                                         |                                                 |                                           |                   |                           |
|                                         |                                                 |                                           |                   |                           |
|                                         |                                                 |                                           |                   |                           |

## 1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

|      |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                       |             |                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------------|
| 1    | Назва ОК                                                                                      | Хімія з основами біогеохімії                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |             |                   |
| 2    | Факультет / кафедра                                                                           | Факультет агротехнологій та природокористування / Кафедра екології та ботаніки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                       |             |                   |
| 3    | Статус ОК                                                                                     | Обов'язковий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |             |                   |
| 4    | Програма/Спеціальність (програми), складовою яких є ОК для (заповнюється для обов'язкових ОК) | ОП – Екологія<br>Спеціальність – Е2 Екологія                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |             |                   |
| 6    | Рівень НРК                                                                                    | рівень 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                       |             |                   |
| 7    | Семестр та тривалість вивчення                                                                | Дисципліна викладається протягом 1 року навчання, 1 та 2 семестри (денна форма навчання) та протягом 3 курсу (заочна форма навчання).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       |             |                   |
| 8    | Кількість кредитів ЄКТС                                                                       | 10 кредитів (300 годин)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                       |             |                   |
| 9    | Загальний обсяг годин та їх розподіл                                                          | Контактна робота (заняття)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                       |             | Самостійна робота |
|      |                                                                                               | Лекційні (денна/заочна)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Практичні /семінарські (денна/заочна) | Лабораторні |                   |
|      |                                                                                               | 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -                                     | 30          | 90                |
|      |                                                                                               | 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -                                     | 44          | 76                |
| 10   | Мова навчання                                                                                 | українська                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                       |             |                   |
| 11   | Викладач/Координатор освітнього компонента                                                    | Кирильчук Катерина Сергіївна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |             |                   |
| 11.1 | Контактна інформація                                                                          | к.б.н., доцент кафедри екології та ботаніки, кабінет 7 в<br>Ел. адреса: <a href="mailto:ekaterinakir2017@gmail.com">ekaterinakir2017@gmail.com</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                       |             |                   |
| 12   | Загальний опис освітнього компонента                                                          | Хімія з основами біогеохімії – фундаментальна дисципліна, яка охоплює програмні теми загальної, неорганічної, органічної хімії, аналітичної хімії та біогеохімії. Спрямований на оволодіння студентами теоретичними основами з хімії та біогеохімії, систематизацію та розширення знань про властивості, будову хімічних сполук, розкриття суті хімічних процесів, що протікають у природі, формування наукової хімічної бази для вивчення спеціальних дисциплін. |                                       |             |                   |
| 13   | Мета освітнього компонента                                                                    | Оволодіти теоретичними основами з хімії та біогеохімії, систематизувати і розширити знання про властивості, будову, способи одержання хімічних сполук; розкрити суть хімічних процесів, які протікають у природі, сформулювати наукову хімічну базу як основу для вивчення професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін                                                                                                                                       |                                       |             |                   |
| 14   | Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими освітніми компонентами ОП                            | 1. Освітній компонент базується на вивченні таких дисциплін як: Біологія, Гідрологія.<br><br>2. Освітній компонент є основою для таких дисциплін як: Загальна екологія, Моніторинг навколишнього середовища, Охорона навколишнього середовища, Збалансоване природокористування, Техноекологія                                                                                                                                                                    |                                       |             |                   |
| 15   | Політика академічної доброчесності                                                            | Під час виконання лабораторних робіт, написанні рефератів та модульних, атестаційних, залікових та екзаменаційних робіт студент обов'язково має дотримуватись правил академічної доброчесності. При виявленні фактів списування або академічної не доброчесності робота виконана студентом анулюється.                                                                                                                                                            |                                       |             |                   |

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

| Результати навчання за ОК:<br><br>Після вивчення освітнього компонента студент очікувано буде здатен...»                                                                                                                                                                                                               | Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямований ОК (зазначити номер згідно з нумерацією, наведеною в ОП) <sup>1</sup> |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                      |                                                                                                                     | Як оцінюється РНД                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПРО2. Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування.                              | ПРО3. 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. | ПРО9. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення. | ПРО21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних. |                                                          |
| ДРН 1. Знати основні закони і концепції хімії; знати сучасні уявлення про будову речовин, класи неорганічних сполук та їх властивості, знати будову, властивості, застосування та біологічну роль органічних сполук; сучасну хімічну номенклатуру, знати властивості біогенних хімічних елементів, сполук та їх роль у | +                                                                                                                                   | +                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                      |                                                                                                                     | Проведення модульного контролю та атестаційного контролю |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---------------------------------------------------------------------|
| навколишньому природному середовищі.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |                                                                     |
| <p><b>ДРН 2.</b> Уміти визначати якісний і кількісний склад основних біоелементів в об'єктах довкілля, проводити хімічні експерименти (обирати оптимальні методи й інструментальні засоби для проведення дослідження, збору та обробки даних), уміти проводити хімічні експерименти із застосуванням сучасного хімічного обладнання, з метою набуття досвіду, необхідного для вивчення об'єктів і явищ навколишнього середовища; уміти здійснювати розрахунки, графічну обробку результатів дослідження, представляти результати досліджень у вигляді звіту, статті, доповіді тощо.</p> | + |   |   | + | Захист лабораторних та практичних робіт, розв'язання хімічних задач |
| <p><b>ДРН 3.</b> Розуміти сутність основних екологічних проблем з хімічної точки зору для аналізу та прийняття рішень у сфері екології, охорони</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   | + | + |   | Захист лабораторних та практичних робіт, розв'язання хімічних задач |

|                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| довкілля та оптимального природокористування; уміти пояснювати сутність хімічних явищ, процесів, реакцій; знати сучасні уявлення про розвиток біосфери; уміти оцінювати непередбачувані екологічні проблеми і пропонувати шляхи їх вирішення. |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|

### 3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

| Тема.<br>Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Розподіл в межах загального бюджету часу |                                |                         | Самостійна робота<br>денна/заочна | Рекомендована література <sup>2</sup> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Аудиторна робота                         |                                |                         |                                   |                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Лк<br>денна/заочна                       | П.з / семін. З<br>денна/заочна | Лаб. з.<br>денна/заочна |                                   |                                       |
| Осінній семестр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                |                         |                                   |                                       |
| <b>Тема 1. Вступ. Основні терміни, поняття, закони</b><br>План<br>1. Зміст курсу «Хімія з основами біогеохімії».<br>2. Завдання курсу «Хімія з основами біогеохімії».<br>3. Історія розвитку ідей хімії та біогеохімії.<br>4. Основні поняття та закони хімії<br>5. Класифікація неорганічних речовин                                                     | 4                                        | 6                              |                         | 5                                 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7             |
| <b>Тема 2. Структурна організація речовин. Радіоактивність</b><br>План<br>1. Основні етапи розвитку уявлень про будову атома<br>2. Будова атома<br>3. Хімічний зв'язок. Утворення молекули.                                                                                                                                                               | 4                                        | 4                              |                         | 6                                 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7             |
| <b>Тема 3. Гомогенні і гетерогенні системи</b><br>План<br>1. Класифікація гомогенних і гетерогенних систем.<br>2. Компоненти розчину. Поняття дійсні розчини.<br>3. Концентрація. Способи вираження складу розчину.<br>4. Дисперсні системи, їх класифікація.<br>5. Колоїдний розчин як система. Будова колоїдної міцели. Сорбція. Абсорбція, адсорбція і | 2                                        | 2                              |                         | 6                                 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |  |   |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|---|---------------------------|
| хемосорбція.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |  |   |                           |
| <b>Тема 4. Хімічна кінетика й рівновага</b><br>План<br>1. Класифікація хімічних реакцій<br>2. Швидкість хімічних реакцій<br>3. Залежність швидкості хімічних реакцій від концентрації речовин<br>4. Залежність швидкості хімічних реакцій від температури<br>5. Вплив каталізатора на швидкість хімічної реакції<br>6. Хімічна рівновага | 2 | 4 |  | 5 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7 |
| <b>Тема 5. Розчини електролітів.</b><br>План<br>1. Теорія електричної дисоціації Арреніуса.<br>2. Використання закону діючих мас до процесів дисоціації слабких електролітів<br>3. Йонні рівняння реакції<br>4. Сильні електроліти<br>5. Роль електролітів у життєдіяльності організмів                                                  | 2 | 4 |  | 5 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7 |
| <b>Тема 6. Окисно-відновні реакції та електрохімічні процеси</b><br>План<br>1. Загальна характеристика окисно-відновних реакцій<br>2. Особливості протікання електрохімічних процесів.                                                                                                                                                   | 2 | 2 |  | 5 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7 |
| <b>Тема 7. Комплексні сполуки</b><br>План<br>Комплексні сполуки. Теорія Вернера. Номенклатура та основні типи комплексних сполук. Природа хімічного зв'язку в комплексних сполуках. Властивості комплексних сполук та їх значення.                                                                                                       | 2 | - |  | 6 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7 |
| <b>Тема 8. Хімія елементів</b><br>План<br>1. Загальна характеристика s-елементів<br>2. Загальна характеристика p-елементів<br>3. Загальна характеристика d-елементів                                                                                                                                                                     | 2 | 4 |  | 6 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7 |
| <b>Тема 9. Теоретичні основи органічної хімії</b><br>План<br>1. Історія розвитку, предмет та завдання органічної хімії.<br>2. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова<br>3. Класифікація органічних сполук                                                                                                               | 2 | 2 |  | 5 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7 |
| <b>Тема 10. Вуглеводні</b><br>План<br>1. Класифікація вуглеводнів. Гомологічні ряди насичених, ненасичених та ароматичних вуглеводнів.<br>2. Структурні особливості вуглеводнів. Ізомерія. Номенклатура.<br>3. Фізичні та хімічні властивості.                                                                                           | 2 | - |  | 6 | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |  |   |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|---|-------------------------|
| 4. Поширення у природі.<br>5. Методи добування. Використання. Вплив на довкілля.<br>6. Полімери на основі вуглеводнів. Утилізація полімерів.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |  |   |                         |
| <b>Тема 11. Оксисполуки</b><br>План<br>1. Класифікація оксисполук. Спирти. Феноли. Гомологічні ряди. Структурні особливості. Ізомерія. Номенклатура.<br>2. Фізичні та хімічні властивості.<br>3. Поширення у природі. Методи добування. Використання.<br>4. Вплив на довкілля. Пестициди на основі фенолів.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | - | - |  | 5 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 16 |
| <b>Тема 12. Оксосполуки</b><br>План<br>1. Класифікація оксосполук. Альдегіди. Кетони. Хінони. Гомологічні ряди. Структурні особливості. Ізомерія. Номенклатура.<br>2. Фізичні та хімічні властивості.<br>3. Поширення у природі. Методи добування. Використання. Вплив на довкілля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | - | - |  | 5 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15 |
| <b>Тема 13. Карбонові кислоти та їх похідні</b><br>План<br>1. Карбонові кислоти та їх похідні. Класифікація. Гомологічні ряди. Структурні особливості. Ізомерія. Номенклатура.<br>2. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі.<br>3. Методи добування. Використання. Вплив на довкілля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 | - |  | 5 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15 |
| <b>Тема 14. Вуглеводи</b><br>План<br>1. Вуглеводи. Класифікація. Будова. Ізомерія.<br>2. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі.<br>3. Біологічне значення та використання.<br>4. Класифікація вуглеводів. Ланцюгові та циклічні форми моносахаридів (альдози, кетози, піранози, фуранози). Формули Фішера та Хеуорса. Оптична ізомерія. Асиметричний атом Карбону. Стереοізомери.<br>5. Гомо- і гетерополісахариди (клітковина, крохмаль, глікоген, хітин).<br>6. Хімічні властивості вуглеводів (реакції за гідроксильною та карбонільною групами, бродіння, окиснення, гідролізу, ацилювання, алкілювання, нітрування).<br>7. Біологічне значення вуглеводів. Використання вуглеводів (глюкози, сахарози, крохмалю; декстрини, целофан, віскоза, піроксилін). | 2 | 2 |  | 5 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |            |          |            |                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------|------------|---------------------------------|
| <b>Тема 15. Нітрогеновмісні органічні сполуки</b><br>План<br>1. Нітрогеновмісні органічні сполуки. Класифікація. Аміни. Аміноспирти. Амінокислоти. Пептиди. Білки. Структурні особливості. Ізомерія. Номенклатура амінів, аміноспиртів та амінокислот.<br>2. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі нітрогеновмісних органічних сполук (трупні отрути, біогенні аміни, природні а-амінокислоти, вазопресин, окситоцин, гемоглобін, хлорофіл).<br>3. Методи добування. Біологічне значення. Використання нітрогеновмісних органічних сполук (синтетичні волокна, фарби, лаки, лікарські препарати, продукти харчування, кормові й харчові добавки). Вплив на довкілля. Поширення у природі. | -          | -          |          | 10         | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15         |
| <b>Тема 16. Гетероциклічні сполуки. Нуклеїнові кислоти</b><br>План<br>1. Гетероциклічні сполуки. Класифікація. П'ятичленні та шестичленні ароматичні гетероциклічні сполуки.<br>2. Нуклеїнові кислоти. ДНК. РНК. Структурні особливості. Номенклатура.<br>3. Фізичні та хімічні властивості. Поширення у природі.<br>4. Біологічне значення. Гетероатом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2          | -          |          | 5          | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13     |
| <b>Всього за осінній семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>30/</b> | <b>30/</b> | <b>-</b> | <b>90/</b> |                                 |
| <b>Весняний семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |            |          |            |                                 |
| <b>Тема 1. Основи хімічного аналізу</b><br>План<br>1. Якісний аналіз речовини<br>2. Кількісний аналіз речовини                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6          | 16         |          | 10         | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15, 17     |
| <b>Тема 2. Вступ до біогеохімії</b><br>План<br>1. Передумови виникнення біогеохімії<br>2. В.І. Вернадський – основоположник вчення про біосферу та її перетворення в ноосферу.<br>3. Сучасні напрями й завдання біогеохімії.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4          | 4          |          | 4          | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 15     |
| <b>Тема 3. Біосфера як вища природна система</b><br>План<br>1. Характеристика біосфери.<br>2. Термодинаміка біосфери.<br>3. Організація біосфери.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4          | 2          |          | 5          | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15, 16, 17 |
| <b>Тема 4. Хімічні елементи - основа живої та неживої природи. Біогеохімічна міграція речовин.</b><br>План<br>1. Загальна характеристика біогеохімічних циклів найважливіших біофільних елементів.<br>2. Кругообіг Карбону, Нітрогену та Оксигену.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10         | 6          |          | 10         | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15, 16, 17 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |           |  |            |                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--|------------|------------------------------------------|
| 3. Кругообіг Гідрогену (води),<br>4. Кругообіг Фосфору,<br>5. Кругообіг Сульфуру та Кальцію.<br>6. Особливості міграції мікроелементів.<br>7. Особливості кругообігу органічних речовин.<br>8. Основні закономірності біогеохімічної міграції радіонуклідів.<br>9. Геохімія та фізіологічна роль макроелементів.<br>10. Геохімія та фізіологічна роль мікроелементів.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |           |  |            |                                          |
| <b>Тема 5. Біогеохімічне районування біосфери</b><br>План<br>1. Поняття про районування та його таксони.<br>2. Принципи біогеохімічного районування.<br>3. Біогеохімічне районування України.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4         | 4/2       |  | 5          | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7, 15,<br>16, 17 |
| <b>Тема 6. Ноосфера й техногенез</b><br>План<br>1. Антропогенний етап розвитку біосфери. Ноосфера як закономірний крок розвитку Землі. Характерні риси ноосфери.<br>2. Умови (за В.І. Вернадським) перетворення біосфери в ноосферу.<br>3. Техногенез. Типи техногенних процесів. Технофільність хімічних елементів. Техногенні геохімічні аномалії. Глобальні геохімічні аномалії. Класифікація відходів за В.А. Ковдою. Класифікація техногенних геохімічних аномалій за А.І. Перельманом (позитивні, негативні, нейтральні, глобальні, регіональні, локальні).<br>4. Контроль стану навколишнього середовища як одне з головних завдань біогеохімії.<br>5. Проблема очищення води від катіонів важких металів, органічних речовин та радіонуклідів. | 2         | 4         |  | 10         | 1, 2, 3,<br>4, 5, 6,<br>7, 15,<br>16, 17 |
| <b>Всього за весняний семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>30</b> | <b>44</b> |  | <b>76</b>  |                                          |
| <b>Всього за рік</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>68</b> | <b>74</b> |  | <b>166</b> |                                          |

#### 4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

| ДРН                                                                                                                                                  | Методи викладання<br>(робота, що буде<br>проведена<br>викладачем <u>під час</u><br><u>аудиторних занять</u> ,<br>консультацій) | Кількість<br>годин<br><i>денна/заочна</i> | Методи<br>навчання (які<br>види навчальної<br>діяльності має<br>виконати <u>студент</u><br><u>самостійно</u> ) | Кількість<br>годин<br><i>денна/заочна</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ДРН 1. Знати основні закони і концепції хімії; знати сучасні уявлення про будову речовин, класи неорганічних сполук та їх властивості, знати будову, | - проведення лекцій із використанням мультимедійних презентацій, лабораторних робіт із використанням приладів та               | 45/15                                     | - опрацювання незнайомих (нових) термінів та складання власного термінологічного словника,                     | 54/100                                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| властивості, застосування та біологічну роль органічних сполук; сучасну хімічну номенклатуру, знати властивості біогенних хімічних елементів, сполук та їх роль у навколишньому природному середовищі.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | лабораторного обладнання; розв'язання розрахункових.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       | - додаткове опрацювання лекційного матеріалу                                                                                                                                                                                                                           |        |
| <b>ДРН 2.</b> Уміти визначати якісний і кількісний склад основних біоелементів в об'єктах довкілля, проводити хімічні експерименти (обирати оптимальні методи й інструментальні засоби для проведення дослідження, збору та обробки даних), уміти проводити хімічні експерименти із застосуванням сучасного хімічного обладнання, з метою набуття досвіду, необхідного для вивчення об'єктів і явищ навколишнього середовища; уміти здійснювати розрахунки, графічну обробку результатів дослідження, представляти результати досліджень у вигляді звіту, статті, доповіді тощо. | - проведення лабораторних робіт із використанням приладів та лабораторного обладнання; оволодіння навичками проведення хімічного аналізу (якісного і кількісного) проб води; проведення розрахунків, отримання результатів та їх аналіз. Формулювання висновків. Формування умінь обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення дослідження;<br>- ознайомлення студентів з спеціалізованим обладнанням, яке використовується для проведення хімічних аналізів як у лабораторних, так і польових умовах. | 45/15 | - Додаткове опрацювання лекційного матеріалу,<br>- підготовка до захисту лабораторних робіт,<br>- проходження тренувального тестування за кожною темою,<br>- аналіз проведеної роботи під час виконання практичних завдань та написання ґрунтовних висновків до роботи | 55/100 |
| <b>ДРН 3.</b> Розуміти сутність основних екологічних проблем з хімічної точки зору для аналізу та прийняття рішень у                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | - проведення лекцій із використанням мультимедійних презентацій, лабораторних робіт із використанням                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 46/10 | - Додаткове опрацювання лекційного матеріалу,<br>- підготовка до захисту                                                                                                                                                                                               | 55/60  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                        |               |                                                                                                                                                                                        |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування; уміти пояснювати сутність хімічних явищ, процесів, реакцій; знати сучасні уявлення про розвиток біосфери; уміти оцінювати непередбачувані екологічні проблеми і пропонувати шляхи їх вирішення. | приладів та лабораторного обладнання; розв'язання розрахункових задач. |               | практичних робіт - проходження тренувального тестування з відповідної теми - аналіз проведеної роботи під час виконання практичних завдань та написання ґрунтовних висновків до роботи |                |
| <b>Всього годин</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                        | <b>136/40</b> |                                                                                                                                                                                        | <b>164/260</b> |

## 5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

### 5.1. Сумативне оцінювання

Сумативне оцінювання – підбиває підсумки навчальної діяльності студента у певний момент часу, зазвичай у кінці модулів (модуль 1, модуль 2), СРС, атестація та іспит. Сумативне оцінювання можна описати, як оцінювання по закінченні курсу, яке дозволяє визначити рівень досягнень студента, що підсумовує певний етап навчання.

#### 5.1.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

*Денна форма навчання*

| №                       | Методи сумативного оцінювання                                                                                    | Бали / Частка у загальній оцінці | Дата складання                                        |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Осінній семестр</b>  |                                                                                                                  |                                  |                                                       |
| <b>1</b>                | Тест множинного вибору та індивідуальне завдання. (Модуль 1. Основні терміни, поняття, закони хімії. Теми 1-8).  | 35 балів / 35%                   | 1 семестр, 6 тиждень                                  |
| <b>2</b>                | Контролюючий тест (питання з множинним вибором; проміжна атестація)                                              | 15 балів / 15%                   | 1 семестр, 7 тиждень                                  |
| <b>3</b>                | Презентація, доповідь (Самостійна робота)                                                                        | 15 балів / 15%                   | 1 семестр, 13 тиждень (впродовж навчального семестру) |
| <b>4</b>                | Тест множинного вибору та індивідуальне завдання (Модуль 2. Органічна хімія. Теми 9-16)                          | 35 балів / 35%                   | 1 семестр, 14 тиждень                                 |
| <b>5</b>                | <b>Залік</b> – за сумою балів-результатів роботи студента упродовж семестру                                      | <b>100 балів</b>                 | <b>15 тиждень</b>                                     |
| <b>Весняний семестр</b> |                                                                                                                  |                                  |                                                       |
| <b>1.</b>               | Тест множинного вибору та індивідуальне завдання. (Модуль 1. Основи хімічного аналізу та біогеохімії. Теми 1-2). | 20 балів / 20%                   | 2 семестр, 6 тиждень                                  |
| <b>2.</b>               | Контролюючий тест (питання з множинним вибором; проміжна атестація)                                              | 15 балів / 15%                   | 2 семестр, 7 тиждень                                  |
| <b>3.</b>               | Презентація, доповідь (Самостійна робота)                                                                        | 15 балів / 15%                   | 2 семестр, 13 тиждень (впродовж                       |

|    |                                                                                              |                  |                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
|    |                                                                                              |                  | навчального семестру)             |
| 4. | Тест множинного вибору та індивідуальне завдання<br>(Модуль 2. Біосфера. Ноосфера. Теми 3-6) | 20 балів / 20%   | 2 семестр,<br>14 тиждень          |
| 5. | <b>Залік</b> – за сумою балів-результатів роботи студента упродовж семестру                  | <b>100 балів</b> | 2 семестр,<br>екзаменаційна сесія |

Критерії оцінювання

| Компонент                                                                                                          | Незадовільно                     | Задовільно                                                                                              | Добре                        | Відмінно                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Осінній семестр</b>                                                                                             |                                  |                                                                                                         |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                    | <12 балів                        | 12-19 балів                                                                                             | 20-28 балів                  | 29-35 балів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Тест множинного вибору та індивідуальне завдання.<br>(Модуль 1. Основні терміни, поняття, закони хімії. Теми 1-8). | Вимоги щодо завдання не виконано | Більшість вимог виконано, але окремі питання розкриті не повністю, відсутній аналіз вивченого матеріалу | Виконано усі вимоги завдання | Виконано усі вимоги завдання, чітко інтерпретовано отримані результати, зроблені пропозиції щодо поліпшення та удосконалення конкретних питань, сформована своя думка та своє бачення певної проблеми, продемонстровано здатність до критичної оцінки різних джерел інформації, вдумливість, зроблені висновки щодо використання отриманих знань у професійній діяльності |
| Контролюючий тест (питання з множинним вибором)                                                                    | <9 балів<br>Менше 6 вірних       | 9-11 балів<br>6-7 вірних                                                                                | 12-13 балів<br>8 вірних      | 14-15 балів<br>9-10 вірних відповідей на питання тесту                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Тест множинного вибору та індивідуальне завдання<br>(Модуль 2. Органічна хімія. Теми 9-16)                         | <12 балів                        | 12-19 балів                                                                                             | 20-28 балів                  | 29-35 балів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                    | Вимоги щодо завдання не виконано | Більшість вимог виконано, але окремі питання розкриті не повністю, відсутній аналіз вивченого матеріалу | Виконано усі вимоги завдання | Виконано усі вимоги завдання, чітко інтерпретовано отримані результати, зроблені пропозиції щодо поліпшення та удосконалення конкретних питань, сформована своя думка та своє бачення певної проблеми,                                                                                                                                                                    |
| Презентація,                                                                                                       | <9 балів                         | 9-11 балів                                                                                              | 11-13 балів                  | 13-15 балів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                                                     |                                        |                                                                                                                                               |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| доповідь<br>(Самостійна<br>робота)                                                                                                                  | Вимоги щодо<br>завдання не<br>виконано | Більшість<br>вимог<br>виконано, але<br>окремі<br>питання<br>розкриті<br>неповністю,<br>студент<br>володіє<br>матеріалом<br>не повною<br>мірою | Виконано усі<br>вимоги завдання,<br>продемонстрован<br>о вільне<br>володіння<br>матеріалом | Виконано усі вимоги<br>завдання,<br>продемонстровано високу<br>обізнаність у закріпленій<br>за здобувачем темі,<br>здатність до критичної<br>оцінки різних джерел<br>інформації, вдумливість,<br>зроблені висновки щодо<br>використання отриманих<br>знань у професійній<br>діяльності                                                                                                                                          |
| <b>Весняний семестр</b>                                                                                                                             |                                        |                                                                                                                                               |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Тест множинного<br>вибору та<br>індивідуальне<br>завдання.<br><b>(Модуль 1.<br/>Основи хімічного<br/>аналізу та<br/>біогеохімії. Теми<br/>1-2).</b> | <12 балів                              | 12-15 балів                                                                                                                                   | 15-18 балів                                                                                | 18-20 балів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                     | Вимоги щодо<br>завдання не<br>виконано | Більшість<br>вимог<br>виконано, але<br>окремі<br>питання<br>розкриті не<br>повністю,<br>відсутній<br>аналіз<br>вивченого<br>матеріалу         | Виконано усі<br>вимоги завдання                                                            | Виконано усі вимоги<br>завдання, чітко<br>інтерпретовано отримані<br>результати, зроблені<br>пропозиції щодо<br>поліпшення та<br>удосконалення<br>конкретних питань,<br>сформована своя думка та<br>своє бачення певної<br>проблеми,<br>продемонстровано<br>здатність до критичної<br>оцінки різних джерел<br>інформації, вдумливість,<br>зроблені висновки щодо<br>використання отриманих<br>знань у професійній<br>діяльності |
| Контролюючий                                                                                                                                        | <2 балів                               | 3-4 балів                                                                                                                                     | 5-7 балів                                                                                  | 8-10 балів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                     |                                            |                                                                                                              |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| тест (питання з множинним вибором; проміжна атестація)                                              | Менше 6 вірних відповідей на питання тесту | 6-7 вірних відповідей на питання тесту                                                                       | 8 вірних відповідей на питання тесту                                       | 9-10 вірних відповідей на питання тесту                                                                                                                                                                                                               |
| Тест множинного вибору та індивідуальне завдання<br><b>(Модуль 2. Біосфера. Ноосфера. Теми 3-6)</b> | <8 балів                                   | 9-12 балів                                                                                                   | 13-19 балів                                                                | 20-25 балів                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                     | Вимоги щодо завдання не виконано           | Більшість вимог виконано, але окремі питання розкриті не повністю, відсутній аналіз вивченого матеріалу      | Виконано усі вимоги завдання                                               | Виконано усі вимоги завдання, чітко інтерпретовано отримані результати, зроблені пропозиції щодо поліпшення та удосконалення конкретних питань, сформована своя думка та своє бачення певної проблеми,                                                |
| Презентація, доповідь (Самостійна робота)                                                           | <9 балів                                   | 9-11 балів                                                                                                   | 11-13 балів                                                                | 13-15 балів                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                     | Вимоги щодо завдання не виконано           | Більшість вимог виконано, але окремі питання розкриті неповністю, студент володіє матеріалом не повною мірою | Виконано усі вимоги завдання, продемонстровано вільне володіння матеріалом | Виконано усі вимоги завдання, продемонстровано високу обізнаність у закріпленій за здобувачем темі, здатність до критичної оцінки різних джерел інформації, вдумливість, зроблені висновки щодо використання отриманих знань у професійній діяльності |

## 5.2. Формативне оцінювання:

Формативне оцінювання (assessment) є джерелом інформації про успішність засвоєння результатів навчання як для викладачів, так і для самих здобувачів. Формативне оцінювання, як правило, проводиться в ході вивчення ОК. Результати виконання здобувачами оціночних завдань допомагають викладачу при прийнятті рішень щодо характеру подальшого навчання.

### Денна форма навчання

| № | Елементи формативного оцінювання                                                                                                        | Дата                                      |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1 | Усне опитування після вивчення кожної теми                                                                                              | Після завершення вивчення теми            |
| 2 | Письмові контрольні роботи, передбачені робочою програмою                                                                               | Протягом усього семестру                  |
| 3 | Проходження тестування – модульного контролю зі зворотнім зв'язком з викладачем                                                         | Відповідно до графіку навчального процесу |
| 4 | Проходження тестування після закінчення вивчення кожної теми для самостійного контролю знань та підготовки до складання заліку (іспиту) | Регулюється студентом самостійно          |
| 5 | Захист лабораторних і практичних робіт                                                                                                  | Щотижнево, упродовж семестру              |
| 6 | Усний зворотний зв'язок від викладача під час роботи над практичними роботами протягом занять                                           | Протягом усього семестру                  |
| 7 | Оволодіння навичками та уміннями під час спостереження                                                                                  | Щотижнево, упродовж семестру              |

|   |                                       |                     |          |
|---|---------------------------------------|---------------------|----------|
| 8 | Перевірка та аналіз виконаних завдань | Щотижнево, семестру | упродовж |
|---|---------------------------------------|---------------------|----------|

### 5.3. Розподіл балів, які отримують здобувачі під час вивчення ОК

*Денна форма навчання*

*Осінній семестр*

| Поточне тестування та самостійна робота |     |     |     |     |     |     |     | Сума за семестр |
|-----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| Модуль 1 – 50 балів                     |     |     |     |     |     |     |     |                 |
| Змістовий модуль 1                      |     |     |     |     |     |     |     |                 |
| T1                                      | T2  | T3  | T4  | T5  | T6  | T7  | T8  |                 |
| 6                                       | 6   | 6   | 6   | 6   | 6   | 7   | 7   |                 |
| Модуль 2 - 50 балів                     |     |     |     |     |     |     |     |                 |
| Змістовий модуль 2                      |     |     |     |     |     |     |     |                 |
| T9                                      | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | T16 |                 |
| 6                                       | 6   | 6   | 6   | 6   | 6   | 7   | 7   |                 |
|                                         |     |     |     |     |     |     |     | 100             |

*Весняний семестр*

| Поточне тестування та самостійна робота |    |                     |    |                    |    | Сума за семестр |
|-----------------------------------------|----|---------------------|----|--------------------|----|-----------------|
| Модуль 1 – 50 балів                     |    | Модуль 2 – 50 балів |    |                    |    |                 |
| Змістовий модуль 1                      |    | Змістовий модуль 2  |    | Змістовий модуль 3 |    |                 |
| T1                                      | T2 | T3                  | T4 | T5                 | T6 | 100             |
| 25                                      | 25 | 15                  | 15 | 10                 | 10 |                 |

Розподіл балів системи ЄКТС за результатами навчання у формі заліку.  
до 100 балів – за результатами модульного контролю упродовж семестру;

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |                                                             |
|----------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                              |             | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики         | для заліку                                                  |
| 90 – 100                                     | A           | відмінно                                                   | зараховано                                                  |
| 82-89                                        | B           | добре                                                      |                                                             |
| 75-81                                        | C           |                                                            |                                                             |
| 69-74                                        | D           | задовільно                                                 |                                                             |
| 60-68                                        | E           |                                                            |                                                             |
| 35-59                                        | FX          | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 1-34                                         | F           | незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни |

## 6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

### Основні джерела:

1. Рудишин С. Д. Біогеохімія з основами екології. Дніпро: Середняк Т. К., 2023. 320 с.
2. Колесніков М.О. Хімія з основами біогеохімії: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти закладів вищої освіти. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. 411 с.

### Методичне забезпечення:

1. Кирильчук К.С. Хімія з основами біогеохімії. Хімія з основами біогеохімії. Методичні

рекомендації для виконання лабораторних робіт для студентів 1 курсу факультету агротехнологій та природокористування, спеціальності 101 «Екологія», ОС «Бакалавр», денної і заочної форм навчання – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2024. 88 с.

2. Кирильчук К.С. Хімія з основами біогеохімії. Методичні рекомендації для виконання самостійної роботи для студентів 1 курсу факультету агротехнологій та природокористування, спеціальності 101 «Екологія», ОС «Бакалавр», денної і заочної форм навчання. Суми: Сумський національний аграрний університет, 2024. 80 с.

3. Кирильчук К.С. Хімія з основами біогеохімії. Конспект лекцій для студентів 1 курсу факультету агротехнологій та природокористування, спеціальності 101 «Екологія», ОС «Бакалавр», денної і заочної форм навчання. Суми: Сумський національний аграрний університет, 2024. 120 с.

#### **Інші джерела:**

1. Дмитрук Ю.М. Основи біогеохімії: навч. пос. Чернівці: Книги – XXI, 2009. 288 с.

2. Заболоцька О.С. Хімія з основами біогеохімії: навч. пос. Житомир: ЖНАЕУ, 2009. 428 с.

3. Федорова Г.В. Практикум з біогеохімії для екологів: навч. пос. Київ: КНТ, 2007. 288 с.

4. Хімія з основами біогеохімії: навч. пос. Житомир: ЖНАЕУ, 2010. 536 с.

5. Мітрясова О.П. Хімія з основами біогеохімії: навчальний посібник. К.: Кондор, 2016. 384 с.

6. Чухрій Ю. П., Диханов С.М. Основи біогеохімії: навч. пос. Одеса: Одеська державна академія холоду, 2009. 50 с.

7. Електронна бібліотека Сумського НАУ. Бібліотечно-інформаційний ресурс СНАУ (книжковий фонд, періодика, фонди на електронних носіях, тощо). Режим доступу: <https://library.snau.edu.ua/>.

8. Інституційний репозиторій СНАУ (наукові статті, автореферати дисертацій та дисертації, навчальні матеріали, студентські роботи, матеріали конференцій, навчальні об'єкти, наукові звіти, тощо). Режим доступу: <http://repo.snau.edu.ua/>

9. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/> (Київ, проспект Голосіївський, 3, +380 (44) 525-81-04) та інших бібліотек.

10. Тихонова О. М., Кирильчук К. С., Шаповал В. П. (2020). Дослідження валового вмісту нікелю та арсену у смугах відведення автошляхів м. Суми. Вісник Сумського НАУ. Серія «Агрономія і біологія», 2(40), 62–71.

11. Бондарева Л.М., Кирильчук К.С. Зікратий М. С. Макроскопічний та мікроскопічний аналізи *Aelthaea radix* як складові методики лабораторної ідентифікації ЛРС // Матер. Міжнар. наук.-практ. конфер. «Гончарівські читання» (25 травня 2021 р.). – Суми: СНАУ, 2021. – С. 200–202.

12. Закон України «Про академічну доброчесність» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4742-20#Text>

13. Віртуальні лабораторії

- [Платформа Labster](#)
- <https://mntv88.wixsite.com/mntv/virtualna-laboratoriya-z-himiyi>
- Наука-онлайн: віртуальні лабораторії з хімії та фізики <https://chmnu.edu.ua/nauka-onlajn-onlajn-laboratoriya-z-himiyi-ta-fiziki/>
- Інтерактивні симуляції для природничих та математичних наук: <https://phet.colorado.edu/uk/>
- ChemistryLab: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.VNS.ChemistryLab&hl=uk>
- [Ecosystem Exploration - The Virtual Field](#)
- [Nature Lab Virtual Field Trips](#)