



Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кафедра загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Протокол № 9 від “18” травня 2023 р.
Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології
 Юлія КОЛОМІСЦЬ
“ ” _____ 2023 р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри загальної екології, радіобіології
та безпеки життєдіяльності
Протокол № 9 від “19” квітня 2023 р.
Завідувач кафедри
 Алла КЛЕПКО

“РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОПП Екологія
д.пед.н., проф.
 Володимир БОГОЛІУБОВ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕКОЛОГІЧНА БІОІНДИКАЦІЯ
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність: 101 «Екологія»
Освітній ступінь: «Бакалавр»
Освітня програма: «Екологія»
Факультет: захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробник: старший викладач, кандидат сільськогосподарських наук Сальнікова А.В.

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Екологічна біоіндикація»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	101 Екологія	
Освітня програма	Екологія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Цикл спеціальної (фахової) підготовки Обов'язкові компоненти ОПП	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістовних модулів	4	
Курсовий проект (за наявності)	відсутній	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	Денна	Заочна
Рік підготовки	2	2
Семестр	3	3
Лекційні заняття	30 год	2 год
Практичні, семінарські заняття	45 год	2 год
Лабораторні заняття	-	
Самостійна робота	45 год	116 год
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 год	
Самостійної роботи	3 год	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу – сформувати у студентів передумови для глибокого вивчення методів екологічних досліджень та біотичного моніторингу довкілля. Дисципліна спрямована на формування знань і навичок про індикацію якості навколишнього середовища за допомогою біоти у природних умовах, а також оцінку якості об'єктів довкілля у лабораторних умовах із використанням живих організмів (біотестування). Формує у студентів знання про забруднення навколишнього середовища та його складових, закономірності його впливу на біоценози з метою організації контролю стану довкілля.

Завдання:

- *методичні*: викласти теоретичні основи та навчити студентів розуміти екологічну основу проведення біотестування стану довкілля та біотестування для нормування антропогенного навантаження на довкілля;

- *пізнавальні*: дати студентам навик проведення біотичного моніторингу довкілля та нормування антропогенного навантаження на довкілля;

- *практичні*: визначити головні фактори, які забезпечують біоіндикації стану навколишнього природного середовища та здійснювати біотестування у лабораторних умовах.

Після вивчення курсу студенти повинні **знати**:

- теоретичні основи біологічного моніторингу навколишнього середовища та біотестування
- принципи сучасного екологічного нормування техногенних впливів на довкілля на основі біологічних критеріїв;
- екологічні принципи проведення біоіндикації та біотестування
- вимоги до вибору біоіндикаторів, тест-об'єктів та тест – систем
- реакції – відповіді живих організмів на дію стресорів;
- методи біоіндикації атмосферного повітря;
- види біосенсорів для визначення стану довкілля;
- види мікроорганізмів, комах, рослин та тварин для проведення біоіндикації та біотестування;
- біоіндикація забруднюючих речовин у об'єктах навколишнього природного середовища.

Вміти:

- визначати межі стійкості живих організмів до факторів навколишнього природного середовища та їх застосування у біоіндикації та біотестуванні;
- дослідити вплив екологічних факторів на біохімічні, фізіологічні, анатомо-морфологічні реакції живих організмів;
- використовувати екологічну класифікацію рослин.
- обирати методи проведення біоіндикації стану довкілля в залежності від мети проведення досліджень;
- обирати методи проведення біотестування в залежності від середовища існування живих організмів, що досліджується.

Мати навички:

- визначати токсичність забруднюючих речовин за допомогою тест-об'єктів;
- проведення різних методів біоіндикації та методів дослідження живих організмів на різних рівнях організації живої матерії;
- використовувати живі організми для проведення біотестування у лабораторних умовах;
- проводити біоіндикацію водного, ґрунтового та повітряного середовищ.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК3. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації

ЗК13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК7. Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища

ФК8. Здатність обґрунтовувати необхідність та розробляти заходи, спрямовані на збереження ландшафтнобіологічного різноманіття та формування екологічної мережі.

Очікувані програмні результати навчання:

ПРН3. 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

ПРН6. Виявляти фактори, що визначають формування ландшафтно-біологічного різноманіття.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Біоіндикація як метод проведення біотичного моніторингу довкілля												
Тема 1. Поняття біоіндикації. Методи проведення біоіндикації	6	2	2			2	6					6
Тема 2. Екологічні принципи проведення біоіндикації. Загальні принципи використання біоіндикаторів.	9	2	4			3	9	0,5				8,5
Тема 3. Біоіндикація на різних рівнях організації живої матерії. Реакції живих організмів (біохімічні, фізіологічні, морфологічні, біоритмічні реакції)	8	2	3			3	8					8
Тема 4. Біоіндикація якості атмосферного повітря за допомогою живих організмів	8	2	3			3	8					8
Тема 5. Біоіндикація якості поверхневих вод за допомогою живих організмів	7	2	3			2	7					7

Тема 6. Біоіндикація якості ґрунтового покриву за допомогою живих організмів	8	2	3			3	8					8
Тема 7. Оцінювання впливу на популяції живих організмів. Дія стресорів на екосистеми, динаміку біоценозів та ландшафти.	8	2	3			3	8	0,5				7,5
Тема 8. Біоіндикація якості навколишнього природного середовища. Виявлення забруднення та вибір методів проведення біоіндикації.	8	2	3			3	8					8
Разом за змістовим модулем 1	62	16	24			22	62	1,0				61
Змістовий модуль 2. Біотестування як метод нормування якості навколишнього природного середовища												
Тема 9. Біосенсори як сучасний метод визначення стану навколишнього середовища.	8	2	3			3	8					8
Тема 10. Поняття про біотестування. Тест-об'єкт, основні вимоги до них	8	2	3			4	8	0,5				7,5
Тема 11. Біотестування як метод визначення гострої токсичності забруднюючих речовин	8	2	3			4	8					8
Тема 12. Мікроорганізми як тест-об'єкти для біотестування	8	2	3			3	8					8
Тема 13. Рослини як тест-об'єкти для біотестування	8	2	3			3	8					8

Тема 14. Гідробіонти та тварини як тест-об'єкти для біотестування	8	2	3		3	8					8
Тема 15. Біотестування ґрунту як метод контролю за якістю сільськогосподарської продукції	8	2	3		3	8	0,5				7,5
Разом за змістовим модулем 2	58	14	21		23	58	1,0				57
Усього годин	120	30	45		45	120	2				118

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1.		
1.	Практична робота 1. Методи проведення біоіндикації. Відбір проб для проведення біоіндикації	2
2.	Практична робота 2. Вимоги до біоіндикаторів. Вибір індикаторних організмів під час екологічних досліджень	4
3.	Практична робота 3. Біотестування якості води з використанням вищих водних рослин та гідробіонтів	3
4.	Практична робота 4. Оцінка забрудненості атмосферного повітря за допомогою рослин	3
5.	Практична робота 5. Аналіз та визначення загального мікробного числа у воді як критерій бактеріологічного забруднення води	3
6.	Практична робота 6. Визначення якості ґрунтів за тестами «Аберантність хромосом», «Величина мітотичного індексу», Allium тест	3
7.	Практична робота 7. Оцінка екологічного стану ґрунтів за змінами видового біорізноманіття ґрунтових безхребетних тварин та мікроорганізмів	3
8.	Практична робота 8. Екологічні індекси, використовувані в методі комплексної індикації (індекс Шеннона, індекс домінування, індекс подібності)	3
Модуль 2.		
9.	Практична робота 9. Аналіз сучасних сенсорних систем для визначення якості довкілля	3
10.	Практична робота 10. Методологічні основи проведення біотестування	3
11.	Практична робота 11. Біотести, які застосовують в контролі об'єктів навколишнього середовища для оцінки рівня токсичного забруднення	3

12.	Практична робота 12. Методика біотестування для визначення токсичності хімічних речовин за допомогою земляних черв'яків <i>Eisenia fetida</i> та ґрунтових мікроорганізмів	3
13.	Практична робота 13. Використання вищих рослин для проведення біотестування ґрунту	3
14.	Практична робота 14. Методика біотестування для визначення гострої токсичності води на ракоподібних <i>Daphnia magna</i> Straus та водоростях <i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp) Breb	3
15.	Практична робота 15. Методи біотестування для визначення забруднення ґрунтів важкими металами, залишками пестицидів та нафтопродуктами	3
Разом		45

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1.		
1.	Тема 1. Поняття біоіндикації. Методи проведення біоіндикації	2
2.	Тема 2. Екологічні принципи проведення біоіндикації. Загальні принципи використання біоіндикаторів. Вимоги до біоіндикаторів	3
3.	Тема 3. Біоіндикація на різних рівнях організації живої матерії. Реакції живих організмів (біохімічні, фізіологічні, морфологічні, біоритмічні реакції)	3
4.	Тема 4. Біоіндикація якості атмосферного повітря за допомогою живих організмів	3
5.	Тема 5. Біоіндикація якості поверхневих вод за допомогою живих організмів	2
6.	Тема 6. Біоіндикація якості ґрунтового покриву за допомогою живих організмів	3
7.	Тема 7. Оцінювання впливу на популяції живих організмів. Дія стресорів на екосистеми, динаміку біоценозів та ландшафти.	3
8.	Тема 8. Біоіндикація якості навколишнього природного середовища. Виявлення забруднення та вибір методів проведення біоіндикації.	3
Всього по модулю 1		22
Модуль 2		
9.	Тема 9. Біосенсори як сучасний метод визначення стану навколишнього середовища.	3
10.	Тема 10. Поняття про біотестування. Тест-об'єкт, основні вимоги до них	4
11.	Тема 11. Біотестування як метод визначення гострої токсичності забруднюючих речовин	4
12.	Тема 12. Мікроорганізми як тест-об'єкти для біотестування	3

13.	Тема 13. Рослини як тест-об'єкти для біотестування	3
14.	Тема 14. Гідробіонти та тварини як тест-об'єкти для біотестування	3
15.	Тема 15. Біотестування ґрунту як метод контролю за якістю сільськогосподарської продукції	3
Всього по модулю 2		23
ВСЬОГО		45

8. Зразки контрольних питань, комплектів тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Поняття біоіндикації та її застосування в екологічних дослідженнях
2. Предмет, об'єкт, завдання, методи та структура сучасної біоіндикації.
3. Основні принципи застосування біоіндикації.
4. Доцільність біоіндикації. Абсолютні та відносні калібровані стандарти.
5. Рівні біоіндикації і принципи добору біологічних показників для біоіндикації.
6. Поняття біоіндикатор. Чутливість і вірогідність біоіндикаторів. Вимоги до біоіндикаторів
7. Молекулярний рівень: діагностичне значення біохімічних і фізіологічних показників; показові ушкодження молекулярного рівня.
8. Клітинний рівень біоіндикації.
9. Тканинний рівень біоіндикації: загальна характеристика анатоמו-морфологічних відхилень у результаті стресових впливів; макроскопічні зміни морфології рослин; патологічні прояви у тварин.
10. Організмний рівень біоіндикації: зміна забарвлення листя й тіла тварин, скульптури поверхні; зміна розмірів і продуктивності рослин і тварин; зміна темпів росту, екобіоморфних ознак, показники пошкодження тварин.
11. Популяційний рівень: добір показових видів; показники популяційного рівня; вплив антропогенних стресорів на динаміку популяцій; вплив антропогенних стресорів на характер поширення рослин і тварин.
12. Біоіндикація на екосистемному та біоценотичному рівні.
13. Критерії добору рослин для використання у якості біоіндикаторів.
14. Рослини-індикатори й рослини-монітори. Оцінювання реакції рослин на забруднення.
15. Вибір і підготовка біологічних об'єктів для біоіндикації атмосферного повітря.
16. Біоіндикація якості атмосферного повітря за допомогою живих організмів
17. Біоіндикація якості поверхневих вод за допомогою живих організмів
18. Біоіндикація якості ґрунтового покриву за допомогою живих організмів
19. Дія стресорів на екосистеми, динаміку біоценозів та ландшафти.
20. Основні підходи до проведення біоіндикації якості навколишнього природного середовища.
21. Біоіндикація із застосуванням біосенсорів
22. Біотестування. Вимоги до тест – об'єктів.
23. Застосування методів біотестування для визначення гострої токсичності забруднюючих речовин
24. Мікроорганізми як тест-об'єкти для біотестування
25. Методики проведення біотестування із використанням рослин і тварин

Зразки тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Використання методів біоіндикації дозволяє:	
1	визначати стан довкілля безпосередньо у довкіллі без прямого впливу на нього

2	визначати розвиток довкілля
3	створювати мережу станцій для біотичного моніторингу
4	визначати можливі зміни в екологічних факторах без участі живих організмів
2. На яких рівнях може проводитись біоіндикація?	
1	субклітинному;
2	клітинному;
3	видовому;
4	міжвидовому
3. Індикатором ступеню чистоти атмосфери є:	
1	гриби;
2	лишайники
3	мохи
4	водорості
5	комахи
4. Оцінка рівня токсичності середовища за зміною фізіологічних, біохімічних, цито - генетичних та інших показників у дослідного тест об'єкту у порівнянні з контролем - це	
1	Біоіндикація
2	Біотестування
3	Екологічна токсичність
5. Біоіндикатори – це:	
1	живі організми, які мешкають в районах техногенного забруднення;
2	живі організми, які змінюються морфологічно в умовах техногенного забруднення;
3	живі організми, які реагують на зміну сапробності води;
4	живі організми, яких використовують для вияву забруднення оточуючого середовища
6. Опишіть методи відбору проб з водних джерел для проведення біоіндикації	
7. Виберіть варіанти проведення ростового тесту	
1	Пророщування тест-культур у чашках Петрі
2	Пророщування тест-культур на «плаваючих дисках».
3	Пророщування тест-культур у різноманітних боксах
4	Пророщування тест-культур на «ватних дисках».
8. Утворювальна тканина рослин, що довго зберігає здатність до ділення та виникнення нових клітин, а також відрізняється високою метаболічною активністю називається	
1	аберацією
2	мутацією
3	меристемою
4	паренхімою
9. Фастіації – це стрічкоподібні сплющення і зростання стебел рослин	
1	так
2	ні
10. Ступінь спряження індикатора з об'єктом індикації називається	
1	значущість
2	достовірність
3	задовільність
4	якість

9. Методи навчання

Проведення лекційних і практичних занять, слайдові презентації (у програмі Power Point) по кожній темі, виконання індивідуальних завдань згідно варіантів, виконання практичних завдань з проведення біоіндикації та біотестування.

Під час занять використовуються такі методи:

1) За ступенем активізації творчої активності – ділові ігри, метод круглого столу та «лабіринту дій», групові та індивідуальні завдання.

2) За рівнем самостійно-пізнавальної діяльності – проблемно-інформаційні, проблемно-пошукові та дослідницькі методи, виконання практичних завдань.

3) Інтерактивні методи – метод сценаріїв, робота в малих групах, опитування та тестування за допомогою інтегративних комп’ютерних програм Kahoot, гугл-форми, тощо.

4) Інтерактивні технології колективно-групового навчання (“обговорення проблеми в загальному колі”, “мікрофон”, “незакінчені речення”, “мозковий штурм”, “навчаючи – учусь”, “аналіз ситуації” (case-метод), “вирішення проблем”, “дерево рішень”);

5) Інтерактивні технології опрацювання дискусійних питань (“метод ПРЕС”, “займи позицію”, “зміни позицію”, дискусія, оцінювальна дискусія, дебати).

10. Методи контролю

Відповідно до «Положення про екзамен та заліки у Національному університеті біоресурсів і природокористування України», затвердженого вченою радою НУБіП України 26 квітня 2023 року, протокол № 10, видами контролю знань здобувачів вищої освіти є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль знань студентів проводиться під час проведення практичних або лабораторних чи семінарських занять з метою визначення знань про практичне застосування отриманих теоретичних знань студентів.

Проміжна атестація відбувається після вивчення студентами запланованої частини програми дисципліни та перевірка знань студентів отриманих під час навчання аудиторного і самостійного.

Форма проведення проміжної атестації – тестування.

Успішне засвоєння студентами програмного матеріалу є успішним, якщо рейтингова оцінка здобувача становить не менше 60 балів за 100-бальною шкалою.

Підсумкова оцінка складається із підсумків проміжної атестації та семестрової атестації, яка відбувається у формі семестрового заліку або екзамену.

Таблиця 1. Співвідношення між національними оцінками і рейтингом здобувача вищої освіти

Оцінка національна	Рейтинг здобувача вищої освіти, бали
Відмінно	90-100
Добре	74-89
Задовільно	60-73
Незадовільно	0-59

11. Методичне забезпечення

1. Притула Н.М. Біоіндикація: методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя: ЗНУ, 2019. 71 с

12. Рекомендована література

Основна

1. Біоіндикація: словник-довідник [Текст] / О. В. Барабаш; Нац. трансп. унт. – Київ: НТУ, 2017. – 91 с.
2. Лисиця А.В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій. Методичні рекомендації до самостійного вивчення дисципліни. Рівне: Дока-центр, 2018. – 94 с.
3. Бургаз М.І. Біологічний моніторинг водного середовища: конспект лекцій. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2019. 69 с.
4. Копій, М. Л. Біоіндикація : конспект лекцій для студ. спец. 101 "Екологія" освітньо-кваліфікаційного рівня "Бакалавр" / М.Л. Копій ; М-во освіти і науки України, НЛТУ

України, Ін-т еколог. екон. і менеджменту кафедра екології. – Львів : НЛТУ України, 2019. – 63 с.

5. Ines Terwayet Bayouli, Houssein Terwayet Bayouli, Aronne Dell'Oca, Erik Meers, Jian Sun, Ecological indicators and bioindicator plant species for biomonitoring industrial pollution: Eco-based environmental assessment, Ecological Indicators, Volume 125, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107508>.
6. Radomska M.M., Husieva A.V., Horobtsov I.V. Multinomial bioindication for the evaluation of urban environment condition – case study of the city of Kherson. Scientific Bulletin of UNFU. 2020. Vol. 30, № 5. P. 47-52.
7. Тригуб, В. І., & Домусчи, С. В. (2020). БІОТЕСТУВАННЯ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ҐРУНТІВ. Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки, 25(2(37)), 112–127. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.2\(37\).216565](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.2(37).216565)

Додаткова:

1. Zaghoul A., Saber M., Gadow S. et al. Biological indicators for pollution detection in terrestrial and aquatic ecosystems. Bull Natl Res Cent 44, № 127, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00385>
2. Pattanayak, Sudeepta & Das, Siddhartha & Navyasri, Kuna. (2020). Bioindicator Emerged as a Potential Environmental Marker. International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology. 13. 339-344. 10.30954/0974-1712.03.2020.9.
3. Петрук Р. В, Кравець Н. М., Трач І. А, Кватернюк С. М., Варакса В. В. Аналіз фітотоксичного ефекту небезпечних пестицидних препаратів за допомогою біоіндикації Науково-технічний журнал «Техногенно-еко логічна безпека», 2019. -С. 42-48(2/2019) DOI: 10.5281/zenodo.3559014
4. ДСТУ ISO 14238-2003 Якість ґрунту. Біологічні методи. Визначання мінералізації азоту і нітрифікації в ґрунтах та впливу хімічних речовин на ці процеси (ISO 14238:1997, IDT)
5. ДСТУ ISO 5667-6-2001 Якість води. Відбір проб. Частина 6. Настанови щодо відбору проб води з річок та інших водотоків.
6. ДСТУ ISO 11269-1:2004 Якість ґрунту. Визначення дії забрудників на флору ґрунту. Частина 1. Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів (ISO 11269-1:1993, IDT)
7. ДСТУ 4174:2003 Якість води. Визначення хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 10706:2000, MOD)
8. ДСТУ ISO 11268-1:2003 Національний стандарт України. Якість ґрунту. Вплив забрудників на земляних черв'яків (*Eisenia fetida*). Частина 1. Визначення гострої токсичності з використанням штучного субстрату ґрунту. — Чинний від 01.07.2004. — Київ: Держспоживстандарт України, 2004. — 7 с.

13. Електронні ресурси:

1. Офіційний сайт Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України <https://mepr.gov.ua>
2. Наукова періодика України. Бібліотека ім. В. Вернадського www.irbis-nbuv.gov.ua
3. Служба охорони природи – Інформаційний центр <http://sop.org.ua>
4. Науковий центр прикладних екологічних досліджень <http://env.teset.sumdu.edu.ua>