

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
«21» травня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РАДІОБІОЛОГІЯ**

Галузь знань Е Природничі науки, математика та статистика
Спеціальність Е2 Екологія
Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Розробник: доц. Ілленко В.В., канд. біол. наук, доц.

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РАДІОБІОЛОГІЯ

Завдання дисципліни полягає в тому, щоб надати можливість використовувати набуті знання та вміння для опису, аналізу та прогнозування можливого накопичення радіоактивних ізотопів та визначенні особливостей їх міграції в навколишньому середовищі для недопущення виникнення радіобіологічних ефектів у живих організмах. В процесі вивчення курсу розглядаються характеристики ІВ та фізико-хімічні основи взаємодії ІВ з речовинами, методи радіометрії та спектрометрії ІВ, фізико-хімічні властивості природних і штучних радіоактивних ізотопів хімічних елементів, основи статистичної обробки експериментальних даних.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	магістр	
Спеціальність	Е2 Екологія	
Освітня програма	«Екологія та охорона навколишнього середовища»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота)	-	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	Денна форма здобуття вищої освіти	Заочна форма здобуття вищої освіти
Рік підготовки	1	
Семестр	2	
Лекційні заняття	30 год.	2 год.
Практичні, семінарські заняття	15 год.	6 год.
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	75 год.	112 год.
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:	3 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Експериментальна радіобіологія» є вивчення джерел іонізуючого випромінювання (ІВ) в навколишньому середовищі, міграцію радіоактивних речовин у різних екосистемах, особливостей фізико-хімічних форм радіонуклідів, оцінку впливу на навколишнє середовище та наслідків опромінення живих організмів ІВ. У слухачів формуються практичні навички проведення

радіобіологічних досліджень з використанням радіоактивних ізотопів, методів радіохімічного розділення та сучасних методів вимірювання.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій, та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов та вимог;

загальні компетентності (ЗК):

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК12. Здатність застосовувати нові підходи до аналізу та прогнозування складних явищ, критичного осмислення проблем у професійній діяльності.

СК15. Здатність до організації робіт, пов'язаних з оцінкою екологічного стану, захистом довкілля та оптимізацією природокористування, в умовах неповної інформації та суперечливих вимог.

Програмні результати навчання (ПР):

ПР4. Знати правові та етичні норми для оцінки професійної діяльності, розробки та реалізації соціально-значущих екологічних проектів в умовах суперечливих вимог.

ПР7. Уміти спілкуватися іноземною мовою в науковій, виробничій та соціально-суспільній сферах діяльності.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	тижні	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	14
Змістовий модуль 1. Радіонукліди в навколишньому середовищі													
Тема 1. Наслідки найбільших радіаційних аварій та перспективи використання забруднених територій для досліджень	I-II	14	4	-			10	22	1	1			20
Тема 2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Оцінка впливу іонізуючого випромінювання на людину та довкілля	III-IV	14	4	-			10						

(принципи, механізми, біомаркери)													
Тема 3. Фізико-хімічні форми радіонуклідів у навколишньому середовищі	V-VI	11	4	2			5	2	1	1			
Разом за змістовим модулем 1		39	12	2			25	24	2	2			20
Змістовий модуль 2. Експеримент в радіобіологічних дослідженнях													
Тема 4. Планування польових пробовідборів і статистика в радіобіології та радіоекології	VII	9	2	2			5	22		2			20
Тема 5. Особливості вимірювань радіонуклідного забруднення	VIII	4	2	2			-						
Тема 6. Радіоактивні «гарячі» частинки та їх класифікація	IX	14	2	2			10	22		2			20
Тема 7. Моделювання в радіобіології та радіоекології	X-XI	16	4	2			10	12					12
Разом за змістовим модулем 2		43	10	8			25	56		4			52
Змістовий модуль 3. Особливості дослідження стану радіоактивних ізотопів за різних умов													
Тема 8. Розподіл, основні потоки та місця накопичення біологічно активних радіонуклідів (^{137}Cs та ^{90}Sr) у лісових екосистемах.	XII	14	2	2			10	20					20
Тема 9. Джерела іонізуючих випромінювань водних об'єктів	XIII	10	2	3			5						
Тема 10. Радіоекологія наземних екосистем, міграція радіонуклідів та контрзаходи	XIV-XV	14	4	-			10	20					20
Разом за змістовим модулем 3		38	8	5			25	40					40
Усього годин		120	30	15			75	120	2	6			112

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	. Наслідки найбільших радіаційних аварій та перспективи використання забруднених територій для досліджень	4
2	Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Оцінка впливу іонізуючого випромінювання на людину та довкілля (принципи, механізми, біомаркери)	4
3	Фізико-хімічні форми радіонуклідів у навколишньому середовищі	4
4	Планування польових пробовідборів і статистика в радіобіології та радіоекології	2
5	Особливості вимірювань радіонуклідного забруднення	4
6	Радіоактивні «гарячі» частинки та їх класифікація	2
7	Моделювання в радіобіології та радіоекології	4
8	Розподіл, основні потоки та місця накопичення біологічно активних радіонуклідів (^{137}Cs та ^{90}Sr) у лісових екосистемах.	2
9	Джерела іонізуючих випромінювань водних об'єктів	2
10	Радіоекологія наземних екосистем, міграція радіонуклідів та контрзаходи	4

4. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рекомендації для населення щодо захисту у випадку ядерного вибуху	2
2	Дослідження параметрів накопичення радіонуклідів мідіями їстівними. Схема експерименту та огляд результатів вимірювань	2
3	Розрахунки параметрів надходження та розподілу радіонуклідів у тканинах і органах мідії їстівної	2
4	Розрахунки коефіцієнтів накопичення та розподілу радіонуклідів у експерименті з мідіями їстівними	2
5	Аналіз результатів послідовної екстракції радіонуклідів з осаду, визначення кількості доступних та потенційно доступних форм радіонуклідів	2
6	Розподіл фізико-хімічних форм ^{134}Cs за розміром та зарядом протягом експерименту з мідіями їстівними	2
7	Аналіз і представлення результатів експерименту з мідіями їстівними, написання висновків, оформлення та захист звіту	3
	Усього годин	15

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Науковий експеримент та його планування. Варіанти, повторності. Фіксування результатів.	15
2	Використання можливостей сучасних програмних комплексів для статистичного аналізу результатів вимірювань	10
3	Програмні комплекси для моделювання міграції радіонуклідів у навколишньому середовищі: атмосфері (SNAP), водних об'єктах (INCA-RAD), наземні екосистеми (PHREEQC, FEFLOW), морське середовище (OpenDrift).	15

4	Опромінювальні установки та їх види, проблеми використання у сучасних лабораторіях.	10
5	Метод ізотопних індикаторів у сучасних дослідженнях.	10
6	Авторадіографія при визначенні розподілу радіонуклідів у рослині	15
	Усього годин	75

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:
(*вибрати необхідне чи доповнити*)

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист практичних робіт, проектів;
- пірінгове оцінювання, самооцінювання.

7. Методи навчання (*вибрати необхідне чи доповнити*):

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- кейс-метод;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму
- метод гейміфікованого навчання.

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Тема	Години (лекції/лаб ораторні)	Результати навчання	Завдання	Оцінюва ння, бали
Модуль 1. Радіонукліди в навколишньому середовищі				
Тема 1. Наслідки найбільших радіаційних аварій та перспективи використання забруднених територій для досліджень	4/-	Знати наслідки найбільших радіаційних аварій. Розуміти підходи до оцінки таких подій за шкалою INES	Здача практичної роботи. Виконання самостійної роботи (в.т.ч. в elearn).	5
Тема 2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Оцінка впливу іонізуючого випромінювання на людину та довкілля (принципи, механізми, біомаркери)	4/-	Знати взаємодію мікроорганізмів з елементами ядерного палива. Надзвичайно радіостійкі мікроорганізми. Розуміти механізми різноманітних взаємодій бактерій та урану: біовідновлення, біомінералізація,	Здача практичної роботи. Виконання самостійної роботи (в.т.ч. в elearn).	5

		біосорбція та біоаккумуляція.		
Тема 3. Фізико-хімічні форми радіонуклідів у навколишньому середовищі	4/2	Знати метаболізм стронцію в природних забруднених екосистемах. Біогеохімія цезію та його взаємодія з ґрунтовими мікроорганізмами. Розуміти накопичення ¹³⁷ Cs бактеріями та їх вплив на біологічну доступність радіонуклідів.	Здача практичної роботи. Виконання самостійної роботи (в.т.ч. в elearn).	10
Разом за модуль 1				20
Модуль 2. Експеримент в радіобіологічних дослідженнях				
Тема 4. Планування польових пробовідборів і статистика в радіобіології та радіоекології	2/2	Методи відбору проб ґрунту для радіаційного контролю. Вимоги до приладів та обладнання для відбору проб. Загальні вимоги до вибору пробних ділянок. Гамма-зйомка досліджуваної території. Відбір проб ґрунтів у сільських населених пунктах, на сільськогосподарських угіддях та в природних ландшафтах. Відбір проб при локальному аварійному радіоактивному забрудненні території. Маркування, транспортування, зберігання та утилізація проб. Визначення однорідності радіоактивного забруднення.	Здача практичної роботи. Виконання самостійної роботи (в.т.ч. в elearn).	10

Тема 5. Особливості вимірювань радіонуклідного забруднення	2/2	Вимоги до похибки визначення щільності радіоактивного забруднення ґрунту. Визначення кількості проб ґрунту для оцінки середньої щільності радіоактивного забруднення ґрунту на елементарній ділянці. Вимоги до відбору та підготовки ґрунтових проб і вимірювання активності радіонуклідів у них.	Здача практичної роботи. Виконання самостійної роботи (в.т.ч. в elearn).	5
Тема 6. Радіоактивні «гарячі» частинки та їх класифікація	2/2	Знати ізотопний склад «гарячих» частинок, їх класифікацію. Розуміти, як виявляти такі частинки та чим вони небезпечні.	Здача практичної роботи. Виконання самостійної роботи (в.т.ч. в elearn).	5
Тема 7. Моделювання в радіобіології та радіоекології	4/2	Розуміти підходи до моделювання поширення радіонуклідів у навколишньому середовищі та прогнозування дозових навантажень на об'єкт опромінення.	Здача практичної роботи. Виконання самостійної роботи (в.т.ч. в elearn).	10
Разом за модуль 2				30
Модуль 3. Особливості дослідження стану радіоактивних ізотопів за різних умов				
Тема 8. Розподіл, основні потоки та місця накопичення біологічно активних радіонуклідів (^{137}Cs та ^{90}Sr) у лісових екосистемах.	2/2	Знати місця депонування біологічно активних радіонуклідів у компонентах лісових екосистем. Розуміти куди спрямовані основні потоки міграції радіонуклідів.	Здача практичної роботи. Виконання самостійної роботи (в.т.ч. в elearn).	5
Тема 9. Джерела іонізуючих випромінювань водних об'єктів	2/3	Радіонуклідне забруднення водойм Чорнобильської зони відчуження, каскаду	Здача практичної роботи. Виконання самостійної	10

		Дніпровських водосховищ.	роботи (в.т.ч. в elearn).	
Тема 10. Радіоекологія наземних екосистем, міграція радіонуклідів та контрзаходи	4/-	Порівняння наслідків забруднення радіонуклідами наземних екосистем після Чорнобильської катастрофи та аварії на АЕС Фукусіма-1. Особливості застосування контрзаходів під-час та після радіаційних аварій.	Здача практичної роботи. Виконання самостійної роботи (в.т.ч. в elearn).	5
Разом за модуль 3				20
Всього за 1 семестр				70
Екзамен				30
Всього за курс				100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).
Політика щодо відвідування	відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2682>);
- Ілленко В.В. Експериментальна радіобіологія: конспект лекцій з дисципліни. НУБіП України, 2025. 106 с.

5. Рекомендовані джерела інформації

1. Khomutinin Y.V., Lazarev M.M., Kosarchuk O.V., Illienko V.V., Levchuk S.Ye., Pavlyuchenko V.V., Salnikova A.V., Lazarev D.M., Kashparov V.O. 2024. Radiological status of agricultural lands of the Narodychi united territorial community. *Nuclear Physics and Atomic Energy* 25 (3), pp. 266 – 276. doi: 10.15407/jnpae2024.03.266.
2. Volkohon I.V., Illienko V. V., Lazarev M.M., Klepko A.V., Gudkov I.M. 2023. A new Tea Bag Index method in the study of ionizing radiation effect on the transformation of plant residues by microorganisms. *Agricultural microbiology* 37, pp. 34 – 47. doi: 10.35868/1997-3004.37.34-47.
3. Gudkov I. M., Volkohon I. V., Illienko V. V., Lazarev M. M., Klepko A. V. 2022. Impact of radioactive contamination of soils on the diversity of micropopulation and the transformation of organic substances. *Agricultural Science and Practice* 9 (3), pp. 3 – 17. doi: 10.15407/agrisp9.03.003.
4. Радіобіологія: підручник / І.М. Гудков. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2024. 504 с.
5. Gudkov I. M. Radiobiology and Radioecology (in English): Textbook for students of higher educational institutions. Вид. 2-е, переробл. та допов. К.: НУБіП України, Житомирська політехніка, 2019. 384 с.
6. Radiological Protection of People and the Environment in the Event of a Large Nuclear Accident. ICRP Publications 146. V.49 No 4, 2020. 142 p.
7. Голяка Д.М. Розподіл радіонуклідів в основних депо лісових екосистем та оцінювання біопродуктивності і радіологічного стану лісів чорнобильської зони Відчуження. К. : НУБіП України, 2022. 226 с.
8. Бойчак М.П. Гостра променева хвороба. Внесок українських вчених. Монографія. Київ, 2023. 512 с.
9. Чорна В.І., Ананьєва Т.В. Радіобіологія з основами сільськогосподарської радіоекології. Практикум. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. 162 с.
10. Kirsch DG, Diehn M, Kesarwala AH, Maity A, Morgan MA, Schwarz JK, Bristow R, Demaria S, Eke I, Griffin RJ, Haas-Kogan D, Higgins GS, Kimmelman AC, Kimple RJ, Lombaert IM, Ma L, Marples B, Pajonk F, Park CC, Schae D, Tran PT, Willers H, Wouters BG, Bernhard EJ. The Future of Radiobiology. *J Natl Cancer Inst.* 2018 Apr 1;110(4):329-340. doi: 10.1093/jnci/djx231. PMID: 29126306; PMCID: PMC5928778.
11. Носовський А. В., Бондар Б.М. Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання: підручник». Київ: Фенікс, 2020. 408 с.
12. Електронний навчальний курс: Сільськогосподарське виробництво в умовах радіоактивного забруднення. URL: <https://elearn.nubip.edu.ua/enrol/index.php?id=4449>
13. Електронний курс з дисципліни : «Радіобіологія та радіоекологія». URL: <https://elearn.nubip.edu.ua/enrol/index.php?id=511>
14. Офіційний веб-сайт Міжнародного агентства з атомної енергії. URL: <https://www.iaea.org/> (дата звернення: 14.06.2024).
15. Офіційний веб-сайт Інституту сільськогосподарської радіології. URL: <http://www.uiar.org.ua/Ukr/index.htm> (дата звернення: 20.03.2024).

- 16.Офіційний сайт Національної комісії з радіаційного захисту населення України. URL: <http://nkrzu.gov.ua/> (дата звернення: 15.05.2024).
- 17.Офіційний сайт ДП «НАЕК «Енергоатом». URL: <https://www.energoatom.com.ua/index.html> (дата звернення: 11.02.2024).
- 18.Офіційний сайт Міністерства надзвичайних ситуацій України. URL:<http://www.mns.gov.ua> (дата звернення: 18.05.2024).