

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

„ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології
Юлія КОЛОМІЄЦЬ
Протокол № 9 від «18» травня 2023 р.

«СХВАЛЕНО»
на засіданні кафедри загальної екології,
радіобіології та безпеки життєдіяльності
Протокол № 9 від «19» квітня 2023 р.

Алла КЛЕПКО
Завідувач кафедри
Алла КЛЕПКО

«РОЗГЛЯНУТО»
Гарант ОПП Екологія
Володимир БОГОЛЮБОВ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ДОЗИМЕТРІЯ ТА РАДІАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ»

Спеціальність: 101 - Екологія
Освітня програма: «Екологія»
Факультет: захисту рослин, біотехнологій та екології
Розробник: Клепко Алла Володимирівна, кандидат біологічних наук, завідувач кафедри загальної екології радіобіології та безпеки життєдіяльності

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Дозиметрія та радіаційний контроль»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	101 Екологія	
Освітня програма	“Екологія”	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота)	немає	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма	заочна форма
Рік підготовки	4	4
Семестр	8	8
Лекційні заняття	26 год.	2 год.
Практичні, семінарські заняття	13 год.	6 год.
Лабораторні заняття	немає	немає
Самостійна робота	81 год.	112
Індивідуальні завдання	немає	немає
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни „Дозиметрія та радіаційний контроль” є підготовка спеціаліста-радіоеколога, який зможе висококваліфіковано оцінити радіаційну ситуацію і розробити заходи, що забезпечать ведення господарства на забруднених радіоактивними речовинами територіях, переробку сировини і одержання чистої від радіонуклідів продукції.

Завдання вивчення дисципліни „ Дозиметрія та радіаційний контроль” полягають у формуванні фахівців, здатних:

- самостійно оцінити існуючу радіаційну обстановку і у випадках інцидентів, пов’язаних з забрудненням навколишнього середовища радіоактивними речовинами, аварійну радіаційну обстановку;
- проводити радіометричну експертизу об’єктів навколишнього середовища продукції сільського господарства, продуктів харчування і питній воді;

- прогнозувати рівні можливого надходження окремих радіонуклідів в продукцію побічного користування лісу та продукти харчування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- одиниці виміру іонізуючих випромінювань;
- характеристики іонізуючих випромінювань;
- фізико-хімічні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з речовинами;
- методи радіометрії і дозиметрії іонізуючих випромінювань і обробки експериментальних даних;
- моделі і методи розрахунку доз опромінення людини, тварин і рослин; допустимі дози опромінення осіб і надходження радіонуклідів;
- допустимий вміст радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища;
- підходи до оцінки впливу на навколишнє середовище підприємств ЯПЦ.

Студент повинен **вміти:**

- оцінювати радіаційну обстановку, використовуючи дозиметричні прилади різних конструкцій;
- проводити радіометричні і спектрометричні вимірювання активності радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища, продуктах харчування і питній воді;
- прогнозувати рівень можливого вмісту окремих радіонуклідів у продуктах харчування в певних умовах їх одержання;
- розраховувати та прогнозувати дози зовнішнього і внутрішнього опромінення людини;
- оцінювати впливу на навколишнє середовище підприємств ЯПЦ, допустимих рівнів викидів и скидів радіоактивних речовин.

Набуття компетентностей в результаті вивчення дисципліни:

Інтегральна компетентність (ІК):

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):

ЗК2. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Фахові компетентності (ФК):

ФК5. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних і радіаційних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.

ФК10. Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН17. Усвідомлювати відповідальність за ефективність та наслідки реалізації комплексних природоохоронних заходів.

ПРН21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьог го	у тому числі					усьог о	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	л		п	лаб	ін д	ср	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Основи дозиметрії та методів виявлення іонізуючих випромінювань												
Тема 1. Іонізуючі випромінювання та величини, що їх характеризують	2	2				-	12	1	1			10
Тема 2. Одиниці виміру іонізуючих випромінювань	15	2	2			11	12					12
Тема 3. Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною	12	2				10	2	1	1			-
Тема 4. Фотографічні, іонізаційні та напівпровідниковий методи реєстрації іонізуючого випромінювання	4	2	2			-	12					12
Тема 5. Сцинтиляційний та люмінесцентний методи визначення іонізуючих випромінювань	12	2				10	11		1			10
Тема 6. Методи визначення доз іонізуючого випромінювання у наукових дослідженнях та біологічній дозиметрії	14	2	2			-	13		1			12
Тема 7. Методи радіометрії	12	2				10	12					12
Разом за змістовим модулем 1	61	14	6			41	74	2	4			68
Змістовий модуль 2. Моделі та методи розрахунку доз опромінення людини												
Тема 8. Джерела природних іонізуючих випромінювань на Землі	4	2	2			-						
Тема 9. Радіаційний контроль продукції АПК після аварії на ЧАЕС	12	2				10	1			1		-
Тема 10. Вплив техногенних чинників на формування дози опромінення населення	14	2	2			10	13			1		12
Тема 11. Радіаційне забруднення місцевості та опромінення населення внаслідок аварій з ядерними матеріалами	12	2				10	12					12

Тема 12. Моделі та методи розрахунку доз опромінення людини. Зовнішнє опромінення	14	2	2			10					10
Тема 13. Моделі та методи розрахунку доз опромінення людини. Внутрішнє опромінення	3	2	1			-	10				10
Разом за змістовим модулем 2	59	12	7			40	46			2	56
Усього годин	120	26	13			81					

Тема 1. Іонізуючі випромінювання та величини, що їх характеризують. Дозиметрія іонізуючих випромінювань є складовою частиною прикладної ядерної фізики, в якій розглядаються властивості іонізуючих випромінювань, фізичні величини, що характеризують дію іонізуючої радіації на об'єкти живої і неживої природи, а також принципи та методи вимірювання даних показників.

Мета дозиметрії - оцінка інтенсивності полів іонізуючих випромінювань в об'єктах навколишнього середовища, що утворюються джерелами радіоактивності.

Дозиметрія має справу з такими фізичними величинами, котрі пов'язані з очікуваним радіаційним ефектом.

Першопричиною радіаційних ефектів є поглинання енергії випромінювання опроміненим об'єктом, і доза як величина поглинутої енергії є основною дозиметричною величиною.

Найважливішою **задачею** дозиметрії в радіобіології є визначення величини дози іонізуючого випромінювання у середовищі і в живому організмі, яка утворилася внаслідок його взаємодії з тканинами за певний проміжок часу і з урахуванням місця джерела випромінювання відносно організму.

Предмет і завдання основ дозиметрії. Загальні поняття іонізуючих випромінювань. Іонізуючі випромінювання електромагнітної природи. Одиниці виміру потоку та щільність потоку іонізуючих частинок. Поле та потік іонізуючого випромінювання. Іонізуючі випромінювання корпускулярної природи.

Тема 2. Одиниці виміру іонізуючих випромінювань

Загальна характеристика іонізуючих випромінювань. Основні терміни і поняття. Радіоактивність, величини та одиниці, радіонуклід, питома активність, щільність забруднення, радіоактивний розпад, вимірювання атомної маси (A) та атомного номеру (Z) при різних типах розпаду нукліду, період напіврозпаду, радіоактивний розпад з урахуванням материнських радіонуклідів, маса радіонуклідів, іонізуюче випромінювання

Поняття опромінення. Зовнішнє опромінення. Внутрішнє опромінення.

Дозиметричні величини і одиниці. Експозиційна доза - поняття та одиниці виміру. Поглинута доза - поняття та одиниці виміру. Еквівалентна доза поняття та одиниці виміру. Керма. Зважаючи коефіцієнти для різних органів та тканин організму. Одиниці виміру радіоактивності. Поверхнева радіоактивність. Питома радіоактивність.

Тема 3. Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною.

Взаємодія електромагнітних випромінювань з речовиною. Взаємодія корпускулярних випромінювань з речовиною. Взаємодія α -частинок з речовиною. Взаємодія β -частинок з речовиною. Поділ нейтронів на групи залежно від їх енергії. Взаємодія нейтронів з речовиною. Лінійна передача енергії іонізуючих випромінювань та їх відносна біологічна ефективність. Коефіцієнт відносної біологічної ефективності. Коефіцієнт якості іонізуючого випромінювання.

Тема 4. Фотографічні, іонізаційні та напівпровідниковий методи реєстрації іонізуючого випромінювання

Іонізуючі випромінювання можуть бути визначені (детектовані, від латинського detector – той, який виявляє) за допомогою приладів і пристосувань, робота яких основана на фізико-хімічних ефектах, які виникають за умов взаємодії випромінювання із речовиною детектора.

Метод індивідуальної фотодозиметрії. Фотографічний метод дозиметрії заснований на властивості іонізуючого випромінювання впливати на чутливий шар фотоматеріалів аналогічно видимому світу.

Метод авторадіографії. Іонізаційний метод. Газові детектори. Імпульсні іонізаційні камери. Інтегруючі іонізаційні камери. Іскрові камери. Камера Вільсона. Бульбочкова камера. Напівпровідникові детектори

Тема 5. Сцинтиляційний та люмінесцентний методи визначення іонізуючих випромінювань

Сцинтиляційний метод. Будова та характеристики різних типів детекторів, які працюють на основі ефекту сцинтиляції. Люмінесцентний метод. Механізм радіофотолюмінесценції та радіотермолюмінесценції. Люмінесцентні дозиметри на основі методу радіотермолюмінесценції. Дозиметри на основі фтористого кальцію CaF_2 . Дозиметри на основі фтористого літію LiF . Дозиметри на основі сульфату кальцію, активованого марганцем, $\text{CaSO}_4 \rightarrow \text{Mn}$. Дозиметри на основі сульфату кальцію, активованого самарієм, $\text{CaSO}_4 \rightarrow \text{Sm}$. Люмінесцентні дозиметри на основі методу радіофотолюмінесценції.

Тема 6. Методи визначення доз іонізуючого випромінювання у наукових дослідженнях та біологічній дозиметрії

Хімічні методи дозиметрії на основі зміни валентності, прозорості, кольору, виділення газу, осадження колоїдів тощо.

Радіаційно-хімічний вихід. Типи хімічних дозиметрів та їх характеристика. Особливості використання активаційного методу дозиметрії нейтронів. Калориметричний метод та його характеристика.

Біологічна дозиметрія. Особливості біологічної індикації радіаційного ураження людини за допомогою цитогенетичних, гематологічних, молекулярно-генетичних, імунобактеріологічних, біохімічних та біофізичних методів.

Тема 7. Методи радіометрії

Радіометрія – сукупність методів вимірювання активності (числа розпадів в одиницю часу) радіонуклідів, що містяться в радіоактивних джерелах.

Радіоактивність – спроможність ядер атомів самочинно розпадатися з випромінюванням α -частинок, β -частинок або γ -квантів.

Розпад ядер атомів залежить від конкретного ізотопу. У зв'язку з цим був введений показник період напіврозпаду, який є мірою швидкості розпадів ядер атомів. Поняття періоду напіврозпаду

Лічильна ефективність детекторів. Фотоефективність гамма-спектрометрів.

Методи визначення питомої радіоактивності у дослідних зразках. Методам притаманні, як загальні так і індивідуальні особливості. Особливості визначення питомої радіоактивності абсолютним, відносним, розрахунковим, у “тонкому шарі”, експресними методами та за “зольним залишком”.

Змістовий модуль 2. Моделі і методи розрахунку доз опромінення людини, тварин і рослин

Тема 8. Джерела природних іонізуючих випромінювань на Землі

Природний радіаційний фон - галактичне, сонячне та випромінювання природних радіонуклідів. Первинне і вторинне космічне випромінювання. Природні і штучні радіонукліди. Радіаційні пояси Землі. Космогенні радіонукліди (^3H , ^7Be , ^{14}C , ^{22}Na , ^{36}Cl). Характеристики випромінювань деяких природних радіонуклідів (^{40}K , ^{48}Ca , ^{87}Rb , ^{96}Zr , ^{138}La , ^{147}Sm), що не утворюють родин та що утворюють родини, а також деяких радіонуклідів, які виникають при їх розпаді (^{210}Po , ^{210}Pb , ^{220}Rn , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{235}U , ^{238}U). Природний радіаційний фон. Середній рівень природного фону у світі та внесок різних джерел іонізуючих випромінювань у формування дози опромінення людини. Гігієнічні нормативи природних джерел опромінення у НРБУ-97. Природні радіонуклідні аномалії. Внесок природних джерел іонізуючих випромінювань у формування дози опромінення людини.

Тема 9. Радіаційний контроль продукції АПК після аварії на ЧАЕС

Характеристика забруднення 16 країн Європи внаслідок аварії на ЧАЕС.

Загальна площа зон радіоактивного забруднення в Україні становить 53.4 км², при цьому на землі сільськогосподарського використання з щільністю забруднення більше 37 кБк / м² припадає 1.2 млн. га.

Розподіл радіоактивного забруднення територією України. Особливості розподілу території України за щільністю забруднення та ізотопного складу.

Характеристика щільності радіаційного забруднення території 12 областей та 74 районів України.

Склад мешканців, які проживають на забруднених територіях. Розподіл земель сільськогосподарського виробництва за щільністю радіоактивного забруднення.

Тема 10. Вплив техногенних чинників на формування дози опромінення населення

Особливості утворення штучних радіоактивних ізотопів під час ядерних реакцій, при вибухах атомної зброї, в ядерних реакторах, при бомбардуванні (опроміненні) ізотопів нерадіоактивних елементів частинками високих енергій. Основні дозоутворюючі штучні радіонукліди та їх фізичні та хімічні властивості.

Тема 11. Радіаційне забруднення місцевості та опромінення населення внаслідок аварій з ядерними матеріалами

Проблеми додаткового опромінення усього живого на нашій планеті. Характеристика наймасштабніших аварій, на підприємствах ЯПЦ, що супроводжувались з викидами радіоактивних речовин у навколишнє середовище. За півсторічний період розвитку атомної енергетики на таких підприємствах відбулося за різними оцінками від 250 до 400 радіаційних аварій, які супроводжувались викидами радіоактивних речовин в біосферу.

Тема 12. Моделі та методи розрахунку доз опромінення людини. Зовнішнє опромінення

Оптимізація регламенту відбору проб для оцінки середньорічної індивідуальної дози внутрішнього опромінення з заданою відносною похибкою

Доза зовнішня від струменю, радіонуклідів у повітрі та радіонуклідів, що осіли на підстиляючу поверхню.

Зовнішнє - радіонукліди в повітрі (хмара, струмінь): об'ємна питома активність, поверхнева питома активність, швидкість осадження радіоактивного аерозолу та інтегральна концентрація. Вторинне вітрове підняття з поверхні землі: коефіцієнт вітрового підняття. Еквівалентна доза та потужність еквівалентної дози на зовнішній поверхні незахищеного тіла від напівнескінченої радіоактивної хмари, радіонуклідів на

підстилаючій поверхні, коефіцієнт екранування будівлями. Перехід від поглинутої (або еквівалентної) дози в повітрі до ефективної дози опромінення дитини і дорослих. Коефіцієнт режиму поведінки людини. Потужність еквівалентної дози зовнішнього опромінення в Україні після Чорнобильської катастрофи.

Тема 13. Моделі та методи розрахунку доз опромінення людини. Внутрішнє опромінення.

Модель розрахунку доз внутрішнього опромінення людини при інгаляції радіоактивного аерозолю. Доза внутрішня - інгаляційна (повітря, що вдихається: хмара, струмінь та вторинне вітрове підняття з поверхні землі) і пероральна (харч, вода, заковтування радіонуклідів)

Еквівалентна доза при інгаляції радіоактивного аерозолю, дозові коефіцієнти, об'єми дихання, клас розчинності, залежності від віку людини і AMAD аерозолю. Середньозважені по віковій структурі населення України референтні дози після Чорнобильської катастрофи на одиницю інтегральної концентрації в повітрі і-го радіонукліду: ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am .

Внутрішнє опромінення (пероральне) - за рахунок надходження радіонуклідів в організм людини з продуктами харчування та питною водою. Дозові коефіцієнти в залежності від віку людини, середньорічне споживання продукту (питної води), удільна активність продукту (води), втрати радіонукліда при кулінарній обробці продукту.

Інтегровані коефіцієнти переходу радіонуклідів з різних ґрунтів в найважливіші продукти харчування населення

Молочний еквівалент (по ^{137}Cs) річного споживання всіх продуктів харчування для населення України. Середньозважені по віковій структурі населення України референтні дози після Чорнобильської катастрофи на одиницю перорального надходження ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am в організм.

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	не передбачені	

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дозиметри. Класифікація. Особливості підготовки їх до роботи	2

2	Визначити за допомогою рентгенометрів потужності доз гамма-випромінювання на місцевості, в приміщенні, від контрольних джерел та оцінити відповідність результатів нормам радіаційної безпеки	2
3	Відібрати та підготувати рослини, продукцію тваринництва та інші об'єкти навколишнього середовища для радіометрії та спектрометрії.	2
4	Визначення щільності забруднення території ^{137}Cs за допомогою радіометрів	2
5	Визначити питому радіоактивність ґрунту та рослинних зразків	2
6	Визначити за допомогою радіометричних установок вміст ^{137}Cs у зразках харчових продуктів різного походження та оцінити відповідність результатів аналізів вимогам діючих нормативних документів.	2
7	Визначення вмісту ^{137}Cs в організмі людини радіометром РУБ-01-П-6.	1
	Разом	13

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	не передбачені	

7. Теми самостійних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні положення та регламентні величини “Норм радіаційної безпеки України” (НРБУ-97)	10
2	Радіаційний контроль опромінення населення	11
3	Загальні положення роботи з джерелами іонізуючих випромінювань	10
4	Класифікація джерел випромінювання	10
5	Основні принципи захисту від закритих джерел іонізуючих випромінювань	10
6	Вимоги до влаштування, обладнання та організації праці у радіологічній лабораторії при роботі з відкритими джерелами іонізуючих випромінювань	10
7	Поводження з радіоактивними відходами. Засоби індивідуального захисту та особистої гігієни при роботі з радіоактивними речовинами	10
8	Біологічні ефекти впливу іонізуючого опромінення на живі організми та біоценози	10

	Разом	81
--	-------	----

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

1. Фактори, що впливають на міграцію радіонуклідів в атмосфері.
2. Визначення поняття кисневого ефекту.
3. Основні шляхи міграції радіонуклідів у ґрунті. Фактори, що впливають на міграцію..
4. Сформулюйте поняття радіопротекторів. Приклади радіопротекторів.
5. Шляхи надходження радіонуклідів у водойми. Розподіл радіонуклідів у компонентах водойм.
6. Визначення радіоблокаторів. Приклади блокування надходження радіонуклідів в організм.
7. Шляхи надходження радіонуклідів в рослини та їх характеристика. Флоральний захват.
8. Визначення радіосенсибілізаторів. Приклади.
9. Шляхи надходження радіонуклідів до організму тварин і людини.
10. Порівняльна радіочутливість родин і родів рослин.
11. Пряма і непряма дія іонізуючих випромінювань на живі організми.
12. Порівняльна радіочутливість ссавців.
13. Етапи розвитку радіобіології – роки, основні відкриття.
14. Порівняльна радіочутливість тварин.
15. Порівняльна проникна здатність різних видів іонізуючих випромінювань.
16. Соматичні радіобіологічні ефекти.
17. Радіобіологічний ефект радіаційної стимуляції та його застосування на практиці.
18. Причини різної радіочутливості живих організмів.
19. Механізми взаємодії електромагнітних іонізуючих випромінювань з речовиною.
20. Соматичні радіобіологічні ефекти.
21. Визначити і перерахувати основні детерміновані та стохастичні радіобіологічні ефекти.
22. Характеристики ^{90}Sr ($T_{0,5}$, T_{biol} , депонування в організмі, група токсичності, тип випромінювання).
23. Основні близькі та віддалені радіобіологічні ефекти.
24. Характеристики ^{137}Cs ($T_{0,5}$, T_{biol} , депонування в організмі, група токсичності, тип випромінювання).
25. Фактор зміни дози та його визначення.
26. Характеристики ^{239}Pu ($T_{0,5}$, T_{biol} , депонування в організмі, група токсичності, тип випромінювання).
27. Визначення K_H і K_P .
28. Характеристики ^{131}I ($T_{0,5}$, T_{biol} , депонування в організмі, група токсичності, тип випромінювання).
29. Визначення інкорпорованих радіонуклідів. Особливості їх дії на організм.
30. Характеристики ^{141}Am ($T_{0,5}$, T_{biol} , депонування в організмі, група токсичності, тип випромінювання).
31. Причини різної здатності рослин до накопичення радіонуклідів. Приклади.
32. Прийоми очищення від радіонуклідів продукції рослинництва.

33. Визначення експозиційної та поглинутої доз іонізуючих випромінювань. Одиниці їх вимірювань.
34. Прийоми очищення від радіонуклідів продукції тваринництва.
35. Визначення еквівалентної дози іонізуючих випромінювань. Одиниці її вимірювання.
36. Прийом фітодезактивації ґрунту. Види рослин, що застосовуються для цього.
37. Види і ступені променевої хвороби у ссавців. Рівні доз, що викликають різні ступені хвороби.
38. Агрохімічні заходи захисту рослин від надходження радіонуклідів.
39. Три відкриття наприкінці 19-го століття, що дали початок розвитку радіобіології (роки, прізвища).
40. Застосування радіаційного мутагенезу у рослинництві і тваринництві. Приклади.
41. Ураження молекули ДНК іонізуючою радіацією і її репарація.
42. Наукові відкриття в радіобіології на другому етапі її розвитку.
43. Наукові відкриття в радіобіології на першому етапі її розвитку.
44. Прийоми захисту сільськогосподарських тварин від надходження радіонуклідів в їх організм.
45. Види опромінення залежно від потужності дози, фактору часу і кратності опромінення.
46. Статева стерилізація комах шкідників рослин і переносників хвороб тварин і людини.
47. Складові природного радіаційного фону. Радіаційний фон у Києві натепер і до аварії на ЧАЕС.
48. Приклади використання іонізуючих випромінювань в медицині.
49. Походження космогенних радіонуклідів.
50. Приклади використання іонізуючих випромінювань у тваринництві.
51. Причини нагромадження окремих радіонуклідів у певних частинах чи органах організму.
52. Чому внесення калійних добрив в ґрунт зменшує перехід ^{137}Cs в рослини?.
53. Походження космогенних радіонуклідів.
54. Приклади використання іонізуючих випромінювань у медицині.
55. Коефіцієнти, що характеризують ступінь переходу радіонуклідів з ґрунту у рослини.
56. Особливості застосування органічних добрив на забруднених радіонуклідами угіддях.
57. Залежність вертикальної міграції радіонуклідів в ґрунті від типу ґрунту.
58. Суть радіаційно-біологічної технології консервації продукції рослинництва.
59. Фактори, що впливають на горизонтальну міграцію радіонуклідів по поверхню ґрунту.
60. Вимоги до опромінювальних установок, що застосовуються у радіаційно-біологічних технологіях.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОКР бакалавр Напрям підготовки Екологія та охорона навколишнього середовища	Кафедра загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності 2022-2023 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №1 з дисципліни Дозиметрія та радіаційний контроль	ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедри Клепко А.В. _____ підпис «01» травня 2023 р.
<i>Екзаменаційні запитання</i>			
1. Опишіть регламентні величини першої групи, визначені НРБУ-97.			
2. Лінійна передача енергії для різних видів іонізуючих випромінювань.			
<i>Тестові завдання</i>			
Питання 1. Який ізотоп нині формує основну дозу опромінення населення України			
1. ^{239}Pu			
2. ^{137}Cs			
3. ^{60}Co			
4. ^{131}I			
Питання 2. На сьогоднішній день основним шляхом надходження РН в організм є:			
1. перкутантний			
2. раневий			
3 пероральний			
4. інгаляційний			
Питання 3. Який з перерахованих методів радіометрії заснований на реєстрації імпульсів, що надходять від лічильника на перерахунковий пристрій з подальшою математичною обробкою цифрового показника ?			
1. абсолютний			
2. касетний			
3. відносний			
4. розрахунковий			
Питання 4. З огляду на схему розпаду, вкажіть який тип випромінювання притаманний даним радіонуклідам:			
1. ^{131}I	А. бета-випромінювання		
2. ^{90}Sr	В. альфа-випромінювання		
3. ^{235}U	С. змішане альфа- і гамма-випромінювання		
4. ^{226}Ra	D. змішане гамма- і бета-випромінювання		
Питання 5. Який метод реєстрації іонізуючих випромінювань покладено в основу роботи приладу «Бета»?			
1. люмінесцентний			
2. фотографічний			
3. іонізаційний			
4. сцинтиляційний			

9. Методи навчання

При вивченні дисципліни використовуються такі методи навчання:

Залежно від джерела знань: словесні (пояснення, бесіда, дискусія, діалог); наочні (демонстрація, ілюстрація); практичні (рішення задач, ділові ігри).

За характером пізнавальної діяльності: пояснювально-наочний проблемний виклад; частково-пошуковий та дослідницький методи.

За місцем в навчальній діяльності:

- методи організації й здійснення навчальної діяльності, що поєднують словесні, наочні і практичні методи; репродуктивні й проблемно-пошукові; методи навчальної роботи під керівництвом викладача й методи самостійної роботи здобувачів вищої освіти;

- методи контролю й самоконтролю за навчальною діяльністю: методи усного, письмового контролю; індивідуального й фронтального, тематичного і систематичного контролю.

У процесі викладання навчальної дисципліни для активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти передбачено застосування таких навчальних технологій:

- *робота в малих групах* дає змогу структурувати практично-семінарські заняття за формою і змістом, створює можливості для участі кожного здобувача вищої освіти в роботі за темою заняття, забезпечує формування особистісних якостей та досвіду соціального спілкування;

- *семінари-дискусії* передбачають обмін думками і поглядами учасників з приводу даної теми, а також розвивають мислення, допомагають формувати погляди і переконання, вміння формулювати думки й висловлювати їх, вчать оцінювати пропозиції інших людей, критично підходити до власних поглядів;

- *мозкові атаки* – метод розв’язання невідкладних завдань, сутність якого полягає в тому, щоб висловити як найбільшу кількість ідей за обмежений проміжок часу, обговорити і здійснити їх селекцію;

- *кейс-метод* – метод аналізу конкретних ситуацій, який дає змогу наблизити процес навчання до реальної практичної діяльності фахівців і передбачає розгляд виробничих, управлінських та інших ситуацій, складних конфліктних випадків, проблемних ситуацій, інцидентів у процесі вивчення навчального матеріалу;

- *презентації* – виступи перед аудиторією, що використовуються для подання певних досягнень, результатів роботи групи, звіту про виконання індивідуальних завдань, інструктажу, демонстрації.

10. Форми контролю

Відповідно до «Положення про екзамени 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 з дисципліни здійснюється під час проведення практичних, і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувачів вищої освіти до виконання конкретної роботи.

Проміжна атестація проводиться після вивчення програмного матеріалу і має визначити рівень знань здобувачів вищої освіти з програмного матеріалу, отриманих під час усіх видів занять і самостійної роботи.

Форма проведення проміжної атестації - тестування,

Засвоєння здобувачем вищої освіти програмного матеріалу вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

Семестрова атестація проводиться у формі семестрового екзамену.

Здобувачі вищої освіти зобов’язані складати екзамени і заліки відповідно до вимог робочого навчального плану у терміни, передбачені графіком освітнього процесу. Зміст екзамену визначається робочою навчальною програмою дисципліни.

Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 26.04.2023 р. з табл. 1.

Оцінка національна	Рейтинг студента, бали
Відмінно	90-100
Добре	74-89
Задовільно	60-73

Незадовільно	0-59
--------------	------

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

11. Методичне забезпечення

1. Грисюк С. М. Дозиметрія іонізуючих випромінювань: Методичні рекомендації. Київ : Компринт. 2017. 54 с.
2. Grysyuk S. M., Bondar Y. O. Radiobiology & radioecology. Methodical manual for self-dependent and laboratory work execution by student of "Ecology and environmental protection" "Ecobiotechnology specialization". Київ : Компринт. 2014. 54 с.
3. Лазарев М. М., Бондар Ю. О. Методика відбору зразків сільськогосподарської продукції для проведення радіологічних досліджень. Київ : НУБіП України, 2014.
4. Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України (ОСПУ-2001). Київ : МОЗ України, 2001. 136 с.
5. Якість ґрунту. Методи відбору проб ґрунту для радіаційного контролю, СОУ 74.14-37-425:2006.
6. Якість ґрунту. Визначення щільності забруднення території сільськогосподарських угідь радіонуклідами техногенного походження, СОУ 74.14-37-424:2006
7. Якість продукції рослинництва. Методи відбору проб для радіаційного контролю, СОУ 01.1-37-426:2006.
8. Лазарев М. М., Кічно В. О., Майдебуря О. П., Бондар Ю. О., Петілова О. Д., Гудков І. М. Лабораторні роботи з радіобіології та радіоекології (методичні рекомендації студентам біолого-природних напрямів підготовки вищих закладів освіти). Київ : НУБіП України, 2009. 34 с.
9. Гайченко В. А., Бондар Ю. О., Кашпаров В. О., Грисюк С. М., Лазарев М. М., Гудков І. М. Радіаційна безпека і правила роботи з джерелами іонізуючих випромінювань. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з радіобіології та радіоекології студентами біолого-природничих спеціальностей вищих закладів освіти. Київ : НУБіП України, 2011. 32 с.
10. Бондар Ю. О., Кашпаров В. О., Грисюк С. М., Лазарев М. М., Гудков І. М. Норми радіаційної безпеки і санітарні правила роботи з джерелами іонізуючих випромінювань. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з радіобіології та радіоекології студентами біолого-природничих спеціальностей вищих закладів освіти. Київ : НУБіП України, 2012. 36 с.

11. Алексеев О. О., Врадій О. І. Радіобіологія. Методичні вказівки щодо виконання практичних та самостійної роботи для студентів факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва та ветеринарії денної та заочної форми навчання для підготовки фахівців освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Вінниця : ВНАУ, 2019. 59 с.

12. Рекомендовані джерела інформації

1. Буценко Л. М., Пиріг П. Т. Біотехнологічні методи захисту рослин. Київ : Ліра-К, 2021. 346 с.
2. Грисюк С. М. Основи дозиметрії: навчальний посібник. Київ : Компринт, 2018. 150 с.
3. Гудков І. М. Радіобіологія. Одеса : Гельветика, 2020. 504 с.
4. Гудков І. М., Кашпаров В. О., Паренюк О. Ю. Радіоекологічний моніторинг : навчальний посібник. Одеса : Гельветика, 2019. 188 с.
5. Допустимі рівні забруднення продуктів (ДР-2006). Наказ МОЗ України 03.05.2006. № 256.
6. Кічно В. О., Поліщук С. В., Гудков І. М. Основи радіобіології та радіоекології. Київ : Хай-Тек Прес, 2010. 320 с.
7. Клименко М. О., Клименко О. М., Клименко Л. В. Радіоекологія : підручник. Рівне : НУВГП, 2020. 304 с.
8. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ : МОЗ, 1997. 121 с.
9. Практикум з радіобіології та радіоекології / В. А. Гайченко та ін. Херсон : Олді-Плюс, 2014. 278 с.
10. Радіоекологія / І. М. Гудков та ін. Одеса : Гельветика, 2019. 468 с.
11. Чорна В. І., Ананьєва Т. В. Радіобіологія з основами сільськогосподарської радіоекології : практикум. Херсон : Олді-Плюс, 2021. 162 с.
12. Gudkov I. M., Vinichuk M. M. Radiobiology and Radioecology. Херсон : Олді-Плюс, 2019. 416 p.