

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності

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

**«СХВАЛЕНО»**  
на засіданні кафедри загальної екології,  
радіобіології та безпеки життєдіяльності  
Протокол №9 від “ 19 ” 04 2023 р.

Завідувач кафедри  
**Алла КЛЕПКО**

**«РОЗГЛЯНУТО»**  
Гарант ОПП Екологія  
**Віталій ГАЙЧЕНКО**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА РАДІОЕКОЛОГІЯ»**

**Спеціальність** 101 «Екологія»

**Освітня програма** Освітньо-професійна програма «Екологія та охорона навколишнього середовища» другого (магістерського) рівня вищої освіти

**Факультет** захисту рослин, біотехнологій та екології

**Розробники:** професор кафедри, доктор біол. наук, професор Гудков Ігор Миколайович,  
ст. викладач, канд. біол. наук Ілленко Володимир Віталійович

Київ – 2023

**1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА РАДІОЕКОЛОГІЯ»**

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>	
Освітній ступінь	Магістр
Спеціальність	101 “Екологія”
Освітня програма	«Екологія та охорона навколишнього середовища»
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>	
Вид	обов’язкова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота)	-
Форма контролю	Екзамен
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>	
	денна форма навчання
Рік підготовки	1
Семестр	2
Лекційні заняття	15 год.
Практичні, семінарські заняття	немає
Лабораторні заняття	30 год.
Самостійна робота	75 год.
Індивідуальні завдання	немає
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:	3 год.

## 2. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА КОМПЕТЕНТНОСТІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

*Сільськогосподарська радіоекологія вивчає концентрації та міграцію радіоактивних речовин в об'єктах сільськогосподарського виробництва і вплив їх іонізуючого випромінювання на сільськогосподарські рослини і організм сільськогосподарських тварин та агроценози.*

Основними **завданнями** сільськогосподарської радіоекології є: виявлення сільськогосподарських угідь, забруднених радіоактивними речовинами, та визначення їх концентрацій; вивчення міграції радіоактивних речовин в об'єктах сільськогосподарського виробництва та шляхів, якими вони потрапляють до сільськогосподарських рослин і в організм сільськогосподарських тварин; розробка основ раціонального використання забруднених радіоактивними речовинами сільськогосподарських угідь для рослинництва і тваринництва з урахуванням специфіки забруднення та ґрунтово-кліматичних умов; дослідження впливу інших антропогенних факторів, що привносяться в агросистему, на перехід радіоактивних речовин в продукцію сільськогосподарського виробництва; розробка науково-обґрунтованої системи ведення рослинництва, кормовиробництва і тваринництва, що обмежує надходження радіоактивних речовин до сільськогосподарських рослин та організм сільськогосподарських тварин і забезпечує постійне зменшення рівня радіоактивного забруднення продукції. Головною метою цих завдань є зменшення надходження радіоактивних речовин до організму людини по харчовому ланцюгу ґрунт– сільськогосподарські рослини–сільськогосподарські тварини–продукція рослинництва та тваринництва–людина шляхом переривання або послаблення екологічних зв'язків на будь-якій ділянці цього шляху і зниження дози його внутрішнього опромінення.

Програма курсу «Сільськогосподарська радіоекологія» передбачає попереднє освоєння курсу «Радіобіологія та радіоекологія», в якому розглядаються основи радіобіології, у т.ч. і загальні питання радіоекології. Тому вона не включає такі теми, як фізичні та хімічні основи дії іонізуючих випромінювань, типи випромінювань, одиниці радіоактивності і доз, біологічні ефекти випромінювань, радіочутливість організмів та деякі інші.

Без твердих знань з сільськогосподарської радіоекології еколог не може бути допущений до організації, керівництва і безпосереднього виконання робіт на забруднених радіонуклідами територіях.

**Метою** вивчення дисципліни «Сільськогосподарська радіоекологія» є підготовка спеціаліста-еколога, який зможе високо кваліфіковано оцінити радіаційну ситуацію і розробити заходи, що забезпечать ведення рослинництва і тваринництва на забруднених радіоактивними речовинами територіях і одержання чистої від радіонуклідів сільськогосподарської продукції.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати**:

- джерела іонізуючих випромінювань у навколишньому середовищі;

шляхи надходження радіоактивних елементів у корми та організм сільськогосподарських тварин;

- принципи захисту тварин від радіаційного ураження;
- засоби запобігання надходженню і накопиченню радіоактивних речовин в продукції рослинництва і тваринництва;
- методологію і технологію ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях.

**вміти:**

- оцінювати радіаційні умови за допомогою дозиметричних приладів різних систем;
- проводити радіометричну експертизу об'єктів навколишнього середовища та сільськогосподарського виробництва;
- розробляти контрзаходи щодо мінімізації надходження радіонуклідів в продукцію тваринництва.

**Набуття компетентностей в результаті вивчення дисципліни:**

загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
3. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
5. Здатність мотивувати людей та рухатись до спільної мети.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

1. Обізнаність на рівні новітніх досягнень, необхідних для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.
2. Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні екологічних проблем.
3. Здатність застосовувати нові підходи до аналізу та прогнозування складних явищ, критичного осмислення проблем у професійній діяльності.
4. Здатність управляти стратегічним розвитком команди в процесі здійснення професійної діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.
5. Здатність до організації робіт, пов'язаних з оцінкою екологічного стану, захистом довкілля та оптимізацією природокористування, в умовах неповної інформації та суперечливих вимог.

6. Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.
7. Здатність оцінювати рівень негативного впливу природних та антропогенних факторів екологічної небезпеки на довкілля та людину.

### 3. ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ:

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	ус бо го	у тому числі					усь ого	у тому числі				
		л	п	ла б	ін д	с.р .		л	п	ла б	інд	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Вступ. Радіонуклідне забруднення сільськогосподарських угідь як один з найтяжчих наслідків ядерних інцидентів</b>												
Тема 1. Вступ. Сільськогосподарська радіоекологія як окрема галузь радіобіології і напрям аграрної науки	18	2	-	6	-	10	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Джерела радіонуклідного забруднення сфери сільськогосподарського виробництва	18	2	-	6	-	10	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Особливості міграції радіонуклідів в об'єктах сільськогосподарського виробництва та Радіаційний моніторинг сфери сільськогосподарського виробництва	16	2	-	4	-	12	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовний модуль 1	54	6	-	16	-	32	-	-	-	-	-	-
<b>Змістовий модуль 2. Ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях</b>												
Тема 4 Принципи організації ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях	14	2	-	2	-	10	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Ведення окремих галузей рослинництва на	19	2	-	6	-	11	-	-	-	-	-	-

забруднених радіонуклідами територіях												
Тема 6. Ведення окремих галузей тваринництва на забруднених радіонуклідами територіях	15	2	-	2		11						
Тема 7. Особливості біологічної дії інкорпорованих радіонуклідів та забезпечення безпечного проживання сільського населення на забруднених радіонуклідами територіях	18	3	-	4		11						
Разом за змістовний модуль 2	66	9		14		43						
Усього годин	120	15	-	30		75		-				

#### 4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	не передбачені	

#### 5. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	не передбачені	-

#### 6. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Гігієнічні регламенти та основні правила радіаційної безпеки (ОСПУ-2006; НРБУ-97)	6 год.
2	Методи відбору проб об'єктів сільськогосподарського виробництва і продукції для радіометричних досліджень	6 год.
3	Підготовка проб до радіометрії і гамма-спектрометрії. Радіометрія і радіоспектрометрія	4 год.
4	Визначення коефіцієнтів накопичення і переходу радіонуклідів в сільськогосподарські рослини і організм сільськогосподарських тварин	2 год.
5	Розрахунки поглинутої та еквівалентної доз зовнішнього та внутрішнього опромінення організму людини та тварин за різних ступенів забруднення території радіонуклідами	6 год.
6	Визначення щільності забруднення території $^{137}\text{Cs}$ .	2 год.

7	Визначення потужності дози $\gamma$ -випромінювання на місцевості, в приміщеннях, від контрольних джерел та відповідність результатів нормам радіаційної безпеки (НРБУ-97)	4 год.
	<b>Разом</b>	30 год

## **Модуль 1. Вступ. Радіонуклідне забруднення сільськогосподарських угідь як один з найтяжчих наслідків ядерних інцидентів**

### **Тема 1. Вступ. Сільськогосподарська радіоекологія як окрема галузь радіобіології і напрям аграрної науки**

Сільськогосподарська радіоекологія – наука, що виникла на стику сільськогосподарської радіобіології і агроєкології. Загальні визначення. Предмет і завдання сільськогосподарської радіоекології. Об'єкти і методи сільськогосподарської радіоекології.

Коротка історія розвитку сільськогосподарської радіоекології – основні етапи. Вклад українських вчених в розвиток сільськогосподарської радіоекології. Сучасні проблеми і завдання сільськогосподарської радіоекології в зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС.

### **Тема 2. Джерела радіонуклідного забруднення сфери сільськогосподарського виробництва**

Природні джерела радіоактивних речовин: радіоактивні елементи і ізотопи Землі. Родини радіоактивних ізотопів. Позародинні ізотопи. Ізотопи космогенного походження. Характеристики основних радіоактивних елементів і ізотопів природного походження: урану, радію, торію, радону, полонію, калію-40, тритію, вуглецю-14 та деяких інших. Природний радіаційний фон. Природна радіоактивність ґрунтів, води, рослин, тварин та інших об'єктів навколишнього середовища. Вклад радону і радіоактивного ізотопу калію-40 в природну радіоактивність. Радіоекологічні аномалії.

Штучні джерела радіоактивних речовин: випробування атомної зброї і підприємства ядерного паливного циклу. Специфіка радіоактивного забруднення біосфери при ядерних вибухах. Аварії на промислових реакторах і атомних електростанціях як основні джерела забруднення навколишнього середовища радіонуклідами. Характеристики основних радіоактивних ізотопів штучного походження: стронцію-90, йоду-131, цезію-134 і -137, церію-144, плутонію-239, америцію-241. Вплив аварій на підприємствах ядерного паливного циклу на агропромислову сферу господарства. Особливості аварії на Чорнобильській АЕС та її агроєкологічні наслідки.

### **Тема 3. Особливості міграції радіонуклідів в об'єктах сільськогосподарського виробництва та радіаційний моніторинг сфери сільськогосподарського виробництва**

Радіоактивні викиди в атмосферу як головне джерело позакореневого надходження радіонуклідів в сільськогосподарські рослини. Специфіка позакореневого надходження радіонуклідів з твердих аерозолів. Надходження розчинних радіонуклідів в рослини з повітря. Вітровий і дощовий підйом радіонуклідів з поверхні ґрунту як джерело вторинного забруднення рослин. Вплив біологічних особливостей видів сільськогосподарських рослин і погодних умов на позакореневе надходження радіонуклідів в рослини.

Вплив фізико-хімічних властивостей радіонуклідів на їх перехід з ґрунту в рослини через корені. Роль фізичних і агрохімічних властивостей ґрунту у надходженні радіонуклідів в рослини через корені. Вплив біологічних особливостей сільськогосподарських рослин, фази їх розвитку і фізіологічного стану на перехід радіонуклідів з ґрунту в рослини. Специфіка надходження в сільськогосподарські рослини окремих радіонуклідів.

Особливості міграції радіонуклідів в лісових біогеоценозах.

Шляхи надходження радіонуклідів в організм сільськогосподарських тварин: пероральний (через шлунково-кишковий тракт), інгаляційний (через органи дихання) і перкутальний (через шкіру і ранову поверхню). Кількісні показники нагромадження радіонуклідів в організмі тварин: коефіцієнт накопичення ( $K_H$ ), коефіцієнт всмоктування ( $K_B$ ), період напіввиведення радіонуклідів ( $T_6$ ). Метаболізм радіонуклідів в організмі сільськогосподарських тварин. Всмоктування радіонуклідів в шлунково-кишковому тракті: швидкість і місця всмоктування, роль фізико-хімічних властивостей радіонуклідів і форм їх сполук, роль виду і віку тварин. Специфіка нагромадження радіонуклідів в організмі тварин при тривалому надходженні. Основні шляхи виведення радіонуклідів з організму тварин.

Загальні положення про радіоекологічний моніторинг Предмет і завдання радіоекологічного моніторингу. Складові радіоекологічного моніторингу. Сучасний радіаційний стан в Україні та радіоактивне забруднення об'єктів навколишнього середовища. Площа радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь України та зони радіоактивного забруднення. Радіаційний стан в агропромисловому виробництві України.

Функціональні типи моніторингу в структурі державної системи: базовий (стандартний, регламентний), кризовий і науковий (прецизійний). Масштабні рівні моніторингу: глобальний (національний), регіональний, локальний, детальний. Мережа, регламент і об'єкти моніторингу.



Методики комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій. Оптимізація відбору і вимірювання проб при радіоекологічному моніторингу.

Радіаційний контроль - комплекс заходів по виявленню та визначенню характеристик радіоактивного забруднення. Методи обробки експериментальних даних радіоекологічного моніторингу. Біоіндикатори.

## **Модуль 2. Ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях**

### **Тема 4. Принципи організації ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях**

Масштаби радіоактивного забруднення територій і сільськогосподарських угідь після великих радіаційних аварій. Особливості радіоактивного забруднення сфери сільськогосподарського виробництва після аварії на Чорнобильській АЕС.

Перепрофілювання виробництва на забруднених радіонуклідами територіях. Зональний принцип ведення виробництва. Принципи і організація ведення рослинництва. Особливості організації ведення тваринництва. Ведення особистих підсобних господарств в умовах радіоактивного забруднення.

Прогнозування і нормування надходження радіонуклідів в сільськогосподарські рослини і організм сільськогосподарських тварин.

### **Тема 5. Ведення окремих галузей рослинництва на забруднених радіонуклідами територіях**

Специфіка нагромадження радіонуклідів рослинами різних систематичних груп. Особливості накопичення радіонуклідів в окремих органах сільськогосподарських рослин. Продукція рослинництва як джерело радіоактивних речовин в раціоні сільськогосподарських тварин і людини.

Основні принципи застосування прийомів по зменшенню переходу радіонуклідів з ґрунту в сільськогосподарські рослини. Загальноприйняті і спеціальні прийоми обробітку ґрунту, які зменшують надходження радіонуклідів в рослини: звичайні культивація і оранка, глибока оранка плантажним плугом, зняття верхнього шару ґрунту, засипка забрудненого шару чистим ґрунтом. Агрохімічні засоби зменшення надходження радіонуклідів в рослини: вапнування та гіпсування, застосування збільшених норм фосфорних і калійних добрив, використання мікроелементів, органічних добрив. Підбір сільськогосподарських культур, як захід щодо зменшення вмісту радіонуклідів в рослинах. Управління режимом зрошення - ефективна міра зниження надходження радіонуклідів в сільськогосподарські культури. Застосування

спеціальних хімічних речовин та сполук для зменшення нагромадження радіонуклідів в рослинах.

Очищення продукції рослинництва від радіонуклідів: промивка при зовнішньому забрудненні, кулінарна обробка, очищення зерна, одержання олій, вилучення вуглеводів. Біотехнологічні прийоми у використанні забрудненої радіонуклідами продукції рослинництва: одержання спирту, одержання кормового і харчового білка, вилучення фармакологічних, біологічно активних та інших сполук.

## **Тема 6. Ведення окремих галузей тваринництва на забруднених радіонуклідами територіях**

Специфіка нагромадження радіонуклідів різними видами сільськогосподарських тварин. Накопичення радіонуклідів в окремих органах тварин. Нагромадження радіонуклідів в молоці та м'ясі. Надходження радіонуклідів у яйця курей. Роль фізико-хімічних властивостей радіонуклідів і форми їх сполук у їх накопиченні в окремих тканинах і органах тварин.

Меліорація забруднених радіонуклідами луків і пасовиськ як засіб зменшення вмісту радіонуклідів в кормах. Радіометричний контроль кормів і продукції тваринництва. Вплив складу раціонів, вмісту в раціоні лужноземельних елементів та інших чинників на перехід радіонуклідів з кормів в молоко, м'ясо, яйця та іншу продукцію тваринництва. Включення до раціонів мінеральних добавок і препаратів, що перешкоджають переходу радіонуклідів з кормів до організму тварин та прискорюють їх виведення. Радіоблокатори і радіодекорпоранти.

Організаційні заходи: зміна режиму годівлі, перевід тварин перед забоєм на чисті корми.

Очищення продукції тваринництва від радіонуклідів: переробка молока, промивка молочних продуктів, очищення молока за допомогою іонообмінних сполук та електродіалізу, кулінарна обробка м'яса, сала та інших продуктів. Коефіцієнт очищення продукції.

## **Тема 7. Особливості біологічної дії інкорпорованих радіонуклідів та забезпечення безпечного проживання сільського населення на забруднених радіонуклідами територіях**

Особливості дії інкорпорованих радіонуклідів на живі організми. Радіобіологічні ефекти при дії інкорпорованих радіонуклідів на рослини і організм тварин. Особливості біологічної дії гарячих частинок.

Методичні підходи до розрахунку доз опромінення людини. Дози зовнішнього опромінення від радіонуклідів у повітрі та тих, що осіли на підстилаючу поверхню. Дози внутрішнього опромінення людини при інгаляції

радіоактивного аерозолі і за рахунок надходження радіонуклідів в організм з продуктами харчування та питною водою.

Принципи радіаційної безпеки і нормування радіаційного впливу на організм людини. Допустимі дози опромінення осіб та надходженні радіонуклідів. Методика дозиметричної паспортизації населених пунктів в Україні після Чорнобильської катастрофи. Зонування населених пунктів після аварії на ЧАЕС. Поняття критичних груп.

Попередження радіаційного ураження населення і сільськогосподарських тварин. Попередження віддалених наслідків дії випромінювань на рослини, тварин, людину. Забезпечення безпечного проживання населення і ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях. Регламентування дії іонізуючих випромінювань на населення. Типові ситуації радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь. Контрольні рівні радіоактивного забруднення території і вмісту радіонуклідів в продукції рослинництва і тваринництва. Допустимі рівні і тимчасові допустимі рівні вмісту радіонуклідів в продуктах харчування. Санітарно-охоронна зона. Критична група населення і обґрунтування розмірів зони спостереження. Загальний порядок дій в агропромисловій сфері при ліквідації наслідків радіаційної аварії.

## 7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

<b>1. Наука, що вивчає концентрації і міграцію радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища та їх дію на живі організми, називається ...</b>	<b>2. Який з ізотопів водню є радіоактивним?</b>	
	1	$^1_1\text{H}$
	2	$^2_1\text{H}$
	3	$^3_1\text{H}$
	4	$^4_1\text{H}$
<b>3. Бета-випромінювання – це потік ...</b>	<b>4. 1 Зіверт дорівнює ... бер</b>	

<p><b>5. Який з ізотопів урану застосовується як джерело ядерного палива?</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><math>^{233}\text{U}</math></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><math>^{234}\text{U}</math></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><math>^{235}\text{U}</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><math>^{238}\text{U}</math></td> </tr> </tbody> </table>	1	$^{233}\text{U}$	2	$^{234}\text{U}$	3	$^{235}\text{U}$	4	$^{238}\text{U}$	<p><b>6. Період піврозпаду <math>^{131}\text{I}</math> складає ...</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>8 хвилин</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>8 годин</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8 діб</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8 років</td> </tr> </tbody> </table>	1	8 хвилин	2	8 годин	3	8 діб	4	8 років
1	$^{233}\text{U}$																
2	$^{234}\text{U}$																
3	$^{235}\text{U}$																
4	$^{238}\text{U}$																
1	8 хвилин																
2	8 годин																
3	8 діб																
4	8 років																
<p><b>7. Внесення калійних добрив зменшує накопичення рослинами ...</b></p>	<p><b>8. Поглинена доза у позасистемних одиницях вимірюється у ...</b></p>																
<p><b>9. Який ізотоп є родоначальником родини?</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><math>^{230}\text{Th}</math></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><math>^{231}\text{Th}</math></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><math>^{232}\text{Th}</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><math>^{234}\text{Th}</math></td> </tr> </tbody> </table>	1	$^{230}\text{Th}$	2	$^{231}\text{Th}$	3	$^{232}\text{Th}$	4	$^{234}\text{Th}$	<p><b>10. Період піввиведення <math>^{131}\text{I}</math> з організму людини приблизно складає ...</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>140 хвилин</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>140 годин</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>140 діб</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>140 років</td> </tr> </tbody> </table>	1	140 хвилин	2	140 годин	3	140 діб	4	140 років
1	$^{230}\text{Th}$																
2	$^{231}\text{Th}$																
3	$^{232}\text{Th}$																
4	$^{234}\text{Th}$																
1	140 хвилин																
2	140 годин																
3	140 діб																
4	140 років																
<p><b>11. Перша атомна бомба була випробувана у ... році</b></p>	<p><b>12. Явище природної радіоактивності урану відкрив ...</b></p>																
<p><b>13. <math>^{137}\text{Cs}</math> є випромінювачем ...</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>α-частинок</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>β-частинок</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>γ-квантів</td> </tr> </tbody> </table>	1	α-частинок	2	β-частинок	3	γ-квантів	<p><b>14. Овочева рослина, яка накопичує найменшу кількість <math>^{137}\text{Cs}</math> ...</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>картопля</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>капуста</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>помідор</td> </tr> </tbody> </table>	1	картопля	2	капуста	3	помідор				
1	α-частинок																
2	β-частинок																
3	γ-квантів																
1	картопля																
2	капуста																
3	помідор																

4	суміші $\gamma$ -квантів і $\beta$ -частинок	4	буряки																
<p>15. Допустимий рівень забруднення молока <math>^{137}\text{Cs}</math> за ДР-2006 складає Бк/л:</p> <table border="1" data-bbox="165 663 663 1025"> <tr> <td>1</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>100</td> </tr> </table>		1	20	2	40	3	60	4	100	<p>16. Який коефіцієнт позначений літерою X?</p>									
1	20																		
2	40																		
3	60																		
4	100																		
<p>17. Основна частка радіонуклідів надходила до організму людини у квітні-травні 1986 р. з ...</p>		<p>18. Розшифруйте аббревіатуру НРБУ-97 ...</p>																	
<p>19. Найбільш ефективним засобом зменшення надходження радіонуклідів в рослини на кислих ґрунтах є...</p> <table border="1" data-bbox="165 1357 663 1787"> <tr> <td>1</td> <td>Гіпсування</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Вапнування</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Внесення мінеральних добрив</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Внесення органічних добрив</td> </tr> </table>		1	Гіпсування	2	Вапнування	3	Внесення мінеральних добрив	4	Внесення органічних добрив	<p>20. Мікроелемент, внесення якого зменшує накопичення рослиною <math>^{90}\text{Sr}</math>, це ...</p> <table border="1" data-bbox="695 1386 1302 1744"> <tr> <td>1</td> <td>Cu</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Mn</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Zn</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Co</td> </tr> </table>		1	Cu	2	Mn	3	Zn	4	Co
1	Гіпсування																		
2	Вапнування																		
3	Внесення мінеральних добрив																		
4	Внесення органічних добрив																		
1	Cu																		
2	Mn																		
3	Zn																		
4	Co																		

<p>21. Найбільш ефективне співвідношення між N, P і K при внесенні мінеральних добрив на забруднених радіонуклідами угіддях</p> <table border="1" data-bbox="165 353 663 712"> <tr> <td>1</td> <td>1:1,5:1,5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1:1,5:2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1:2:2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1:2:3</td> </tr> </table>	1	1:1,5:1,5	2	1:1,5:2	3	1:2:2	4	1:2:3	<p>22. Азотне добриво, що буде гальмувати перехід у рослини <sup>137</sup>Cs...</p> <table border="1" data-bbox="699 282 1305 685"> <tr> <td>1</td> <td>NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>KNO<sub>3</sub></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>H<sub>2</sub>NCONH<sub>2</sub></td> </tr> </table>	1	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	2	KNO <sub>3</sub>	3	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4	H <sub>2</sub> NCONH <sub>2</sub>								
1	1:1,5:1,5																								
2	1:1,5:2																								
3	1:2:2																								
4	1:2:3																								
1	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>																								
2	KNO <sub>3</sub>																								
3	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>																								
4	H <sub>2</sub> NCONH <sub>2</sub>																								
<p>23. Прийом очищення ґрунту від радіонуклідів за допомогою рослин називається ...</p>	<p>24. 1 кГр – це ... рад</p>																								
<p>25. За радіотоксичністю <sup>131</sup>I відноситься до групи ...</p> <table border="1" data-bbox="165 1057 663 1411"> <tr> <td>1</td> <td>А</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Б</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>В</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Г</td> </tr> </table>	1	А	2	Б	3	В	4	Г	<p>26. Розставте правильно значення, яким відповідають рівні забруднення продуктів харчування за <sup>137</sup>Cs, Бк/кг (наприклад, 1-В...)</p> <table border="1" data-bbox="699 1048 1305 1406"> <tr> <td>1</td> <td>Сир</td> <td>А</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Груша</td> <td>Б</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Гриби</td> <td>В</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Хліб</td> <td>Г</td> <td>500</td> </tr> </table>	1	Сир	А	70	2	Груша	Б	20	3	Гриби	В	100	4	Хліб	Г	500
1	А																								
2	Б																								
3	В																								
4	Г																								
1	Сир	А	70																						
2	Груша	Б	20																						
3	Гриби	В	100																						
4	Хліб	Г	500																						
<p>27. Флоральне надходження радіонуклідів в рослини - це надходження через ...</p>	<p>28. На АЕС України на сьогоднішній день працює ... ядерних реакторів</p>																								

29. Органи рослини, у яких, як правило, накопичується найменша кількість радіонуклідів ...		30. За допомогою якого методу реєстрації іонізуючих випромінювань А.Беккерель відкрив явище природної радіоактивності урану?	
1	Коріння	1	Хімічного
2	Стебло	2	Фотографічного
3	Листя	3	Іонізаційного
4	Плоди	4	Калориметричного

### 8. Методи навчання.

пасивні методи навчання: *засвоєння лекційного матеріалу;*

активні методи навчання: *полеміка, ділові ігри, ситуаційні завдання, логічні схеми, тренінги тощо;*

демонстраційні матеріали: *слайди, відеофільми.*

### 9. Форми контролю

Основною формою контролю знань є проведення модульних контрольних і залікових тестових робіт. За результатами модульних контрольних тестових робіт виводиться основна оцінка, яка переводиться у рейтингові бали. До них додаються бали за усні знання по кожному змістовому модулю.

### 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
900-100	Відмінно	Зараховано

74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни **Рдис** (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи **Рнр** (до 70 балів): **Рдис = Рнр + Рат**.

## 11. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Лазарєв М. М. Лабораторні роботи з радіобіології та радіоекології (методичні рекомендації студентам біолого-природних напрямів підготовки вищих закладів освіти) / М. М. Лазарєв, В. О. Кічно, О. П. Майдебур, Ю. О. Бондар, О. Д. Петілова, І. М. Гудков. – К. : НУБіП України, 2009. – 34 с.

2. Гайченко В. А. 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 / В. А. Гайченко, Ю. О. Бондар, В. О. Кашпаров, С. М. Грисюк, М. М. Лазарєв, І. М. Гудков. – К. : НУБіП України, 2011. – 32 с.

3. Бондар Ю. О. 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 / Ю. О. Бондар, В. О. Кашпаров, С. М. Грисюк, М. М. Лазарєв, І. М. Гудков. – К. : НУБіП України, 2012. – 36 с.

## 12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна література

1. Гродзинський Д. М. Радіобіологія / Д. М. Гродзинський. – К. : Либідь, 2001. – 448 с.



2. Гудков І. М. Сільськогосподарська радіобіологія / І. М. Гудков, М. М. Віннічук. – Житомир : ДАУ, 2003. – 470 с.
3. Допустимі рівні забруднення продуктів (ДР-2006). – Наказ МОЗ України 03.05.2006. – № 256.
4. Кічно В. О Основи радіобіології та радіоекології / Кічно В. О., Поліщук С. В., Гудков І. М. – К. : Хай-Тек Прес, 2010. – 320 с.
5. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – К. : МОЗ, 1997. – 121 с.
6. Практикум з радіобіології та радіоекології / [В. А. Гайченко, І. М. Гудков, В. О. Кашпаров та ін.]. – К. : Кондор, 2010. – 286 с.
7. Радіоекологія / [І. М. Гудков, В. А. Гайченко, В. О. Кашпаров та ін.]. – К. : НУБіП України, 2011. – 368 с.

### **Допоміжна література**

1. Анненков Б. Н. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б. Н. Анненков, Е. В. Юдинцева. – М. : Агропромиздат, 1991. – 288 с.
2. Радиобиология / [А. Д. Белов, В. А. Киршин, А. П. Лысенко и др.]. – М. : Колос, 1999. – 384 с.
3. Гудков И. Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии / И. Н. Гудков. – К. : Изд-во УСХА, 1991. – 327 с.
4. Гудков І. М. Основи сільськогосподарської радіобіології і радіоекології / І. М. Гудков, Г. М. Ткаченко. – К. : Вища школа, 1993. – 262 с.
5. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б. С. Пристер, Н. А. Лоцилов, О. Ф. Немец, В. А. Поярков. – К. : Урожай, 1991. – 472 с.
6. Фокин А. Д. Сельскохозяйственная радиология / Фокин А. Д., Лурье А. А., Торшин С. П. – М. : Дрофа, 2005. – 368 с.
7. Gudkov I. M. Radiobiology and Radioecology / I. M. Gudkov, M. M. Vinichuk. – К. : NAUU, 2006. – 295 p.
8. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон. – М. : Высш. шк., 2004. – 376 с.

### **13. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. <https://www.iaea.org/ru>
2. <http://www.uiaa.org.ua/Ukr/index.htm>
3. <http://nkrzu.gov.ua/>
4. <https://www.facebook.com/energoatom.ua>