

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
імені адмірала Макарова  
Факультет економіки та екології моря  
Кафедра екології та природоохоронних технологій

Код РПНД T73345

«Затверджую»

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з науково-педагогічної  
роботи



Слободян С. О.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Program of the Discipline**

**Радіоекологія**

**RADIOECOLOGY**

рівень вищої освіти бакалавр

тип дисципліни обов'язкова

мова викладання українська

**Миколаїв, 2025 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «Радіоекологія» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі Е Природничі науки, математика та статистика, спеціальності Е2 Екологія, освітньої програми «Екологія та охорона навколишнього середовища»,

“\_10\_”\_квітня\_2025 року. – 24 с.

Розробник: Трохименко Ганна Григорівна, д-т техн. наук, професор.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Радіоекологія» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Екологія та охорона навколишнього середовища» - Магась Наталія Іванівна, к-т техн. наук, доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Радіоекологія» розглянуто на засіданні кафедри екології та природоохоронних технологій

Протокол від №\_9\_ від “\_11\_”\_квітня\_2025 р.

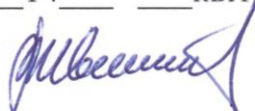
Завідувач кафедри

 Ганна ТРОХИМЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Радіоекологія» розглянуто Методичною радою Факультет економіки та екології моря

Протокол від №\_9\_ від “\_14\_”\_квітня\_2025 р.

Голова

 В'ячеслав ІВАТА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Радіоекологія» погоджено з навчальним відділом

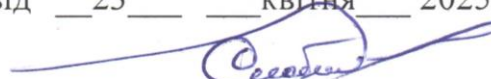
Начальник відділу

 Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Радіоекологія» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол від №\_4\_ від “\_23\_”\_квітня\_2025 р.

Голова НМР НУК

 Сергій СЛОБОДЯН

**Зміст**

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                                                   | 4  |
| 1. Опис навчальної дисципліни .....                                                          | 5  |
| 2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....                                                  | 6  |
| 3. Передумови для вивчення дисципліни.....                                                   | 8  |
| 4. Очікувані результати навчання .....                                                       | 8  |
| 5. Програма навчальної дисципліни.....                                                       | 9  |
| 6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування..... | 13 |
| 7. Форми поточного та підсумкового контролю.....                                             | 14 |
| 8. Критерії оцінювання результатів навчання.....                                             | 17 |
| 9. Засоби навчання.....                                                                      | 18 |
| 10. Рекомендовані джерела інформації.....                                                    | 19 |
| Додаток                                                                                      | 21 |

## ВСТУП

### Анотація

Навчальна дисципліни «Радіоекологія» є важливим курсом у фаховій підготовці бакалаврів екології, що базується на курсах фізики, загальної екології, екологічної безпеки. Засвоєння дисципліни дає можливість студентам вміти оцінювати радіаційну ситуацію місцевості.

«Радіоекологія» є обов'язковим компонентом освітньої програми «Екологія та охорона навколишнього середовища» та викладається у VII семестрі підготовки бакалаврів.

В процесі вивчення дисципліни у здобувачів повинно сформуватися чітке бачення наслідків впливу радіації на живі організми та можливі шляхи їх зменшення з метою запобігання розвитку негативних екологічних явищ.

**Ключові слова:** радіоекологія, іонізуюче опромінення, радіонукліди, радіостійкість.

### Abstract

The discipline «Radioecology» is an important course in the professional training of bachelors of ecology, based on courses in physics, general ecology, environmental safety. Mastering the discipline allows students to be able to assess the radiation situation in the area.

«Radioecology» is a mandatory component of the educational program «Ecology and Environmental Protection» and is taught in the VII semester of bachelor's degree.

In the process of studying the discipline, applicants should form a clear vision of the effects of radiation on living organisms and possible ways to reduce them in order to prevent the development of negative environmental phenomena.

**Key words:** radioecology, ionizing radiation, radionuclide, radioresistance.

### 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                     | Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень                                      | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                             |                                                                                                      | денна форма навчання                 | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 4                                                                      | Галузь знань<br>Е Природничі науки,<br><u>математика та статистика</u>                               | Обов'язкова                          |                       |
| Модулів – 1                                                                                 |                                                                                                      | Рік підготовки:                      |                       |
| Змістових модулів – 2                                                                       |                                                                                                      | 3-й                                  | 3-й                   |
| Електронний адрес РПНД на сайті Університету<br>T73345                                      | Спеціальність<br>Е2 Екологія<br><br>Освітня програма<br>Екологія та охорона навколишнього середовища | Семестр                              |                       |
|                                                                                             |                                                                                                      | 5-й                                  | 5-й                   |
|                                                                                             |                                                                                                      | Лекцій                               |                       |
|                                                                                             |                                                                                                      | 30 год.                              | 14 год.               |
|                                                                                             |                                                                                                      | Практичні, семінарські               |                       |
|                                                                                             |                                                                                                      | 15 год.                              | 6 год.                |
|                                                                                             |                                                                                                      | Лабораторні                          |                       |
| Загальна кількість годин – 120                                                              |                                                                                                      | -                                    | -                     |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3<br>самостійної роботи студента – 5 | Освітній рівень:<br>перший (бакалаврський)                                                           | Самостійна робота                    |                       |
|                                                                                             |                                                                                                      | 75 год.                              | 100 год.              |
|                                                                                             |                                                                                                      | Вид контролю: екзамен                |                       |
|                                                                                             |                                                                                                      | Форма контролю: письмова             |                       |

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Радіоекологія» є формування у студентів уявлень про вплив випромінювань різного типу на біологічні організми, аналіз фізіологічних та біохімічних змін під дією іонізуючого випромінювання та заходів, які сприяють зменшенню цих змін або нівелюванню впливу.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Радіоекологія» є:

- Методичні: викласти теоретичні основи та методологічні особливості застосування системного підходу у вивченні впливу на організм різних доз іонізуючого випромінювання.

- Пізнавальні: надати уявлення про сучасний стан радіоекології; показати напрямки розвитку у галузі пізнання радіочутливості різних типів клітин, тканин та живих організмів.

- Практичні: ознайомити студентів із сучасними методами радіоекологічних досліджень, особливостями фізичного впливу іонізуючої радіації, методиками вимірювання доз, визначення шляхів міграції радіонуклідів у екосистемах, діагностичними, лікувальними, побутовими та селекційними методами застосування іонізуючого випромінювання.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні

### **знати:**

- Визначення поглинутої дози іонізуючого випромінювання за умов зовнішнього опромінення.

- Методи розрахунку доз іонізуючого опромінення.

- Кількісну оцінку поглинутої дози іонізуючого випромінювання.

Структуру дозиметру.

- Методи розрахунку доз іонізуючого опромінення.

- Гамма-спектрометр. Визначення поглинутої дози іонізуючого випромінювання.

- Визначення відносної біологічної ефективності дії іонізуючої радіації.

- Методику розрахунку відносної біологічної ефективності. Джерела гамма- та бета-випромінювання.

- Методи статистичної і графічної обробки експериментального матеріалу.

- Експериментальні дані про вплив різних доз іонізуючого випромінювання на екологічні системи.

- • Поняття про коефіцієнт кисневого підсилення.

- Оцінку радіостійкості біоб'єктів.

- Поняття про діапазони мінливості радіостійкості біооб'єктів.
- Поняття про коефіцієнти накопичення радіонуклідів. Гамма-спектрометр. Методи розрахунку коефіцієнтів накопичення радіонуклідів.
- Визначення динаміки вмісту радіонукліду у компонентах екосистеми. Сцинтиляційний лічильник.
- Дані про радіонуклідне забруднення, типи ґрунтів і структуру харчування людей, що населяють певну місцевість. Характеристику дозових навантажень.
- Гостре та хронічне опромінення об'єктів.
- Елементи транспорту радіонуклідів в системі «ґрунт-рослина».
- Критичні тканини та органи.

**вміти:**

- Визначати поглинуту дозу організмом (тваринним, рослинним) від певного виду іонізуючого опромінення за умов зовнішнього опромінення методом вимірювання та розрахунку.
- Визначати поглинуту окремим органом дозу від заданого інкорпорованого радіонукліду методом вимірювання та розрахунку та відносну біологічну ефективність дії різних за якісними характеристиками типів іонізуючої радіації методом розрахунку.
- В умовах лабораторії графічним методом побудувати дозову залежність за заданим біологічним параметром.
- В умовах лабораторії визначити кількість та розміри мішеней клітин за експериментальними даними; за фактичними даними методом розрахунку визначити фактор зміни дози при застосуванні кисню як модифікуючого фактора; визначити радіостійкість різних груп біооб'єктів методом співставлення та визначити коефіцієнти накопичення основних дозоутворюючих радіонуклідів культурними рослинами, розподілу розчинних форм радіонуклідів між компонентами штучно створеної екосистеми методом вимірювання та розрахунку.
- Методом розрахунку, визначити відповідність реальних дозових навантажень на людський організм в умовах підвищеного радіаційного фону до існуючих нормативів.
- Визначити особливості дії хронічного та гострого опромінення і ефектів фракціонування на дикоростучих видах рослин методом розрахунку; визначити рівень радіозахисної дії хімічних сполук методом вимірювання та розрахунку; роль корелятивних взаємодій кореня та стебла проростків у визначенні їх радіочутливості, визначити коефіцієнти переходу основних дозоутворюючих елементів з ґрунту до рослин методом розрахунку.

- Визначити радіостійкість насіння та проростків методом опромінення.
- Проводити дезактивацію забруднених приміщень та продуктів харчування.
- Визначати шляхи міграції радіонуклідів у навколишньому середовищі.

Перераховані результати навчання є основою для формування наступних **компетентностей**:

К08. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

К19. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.

К29. Орієнтуватися в основних методах і системах забезпечення техногенної безпеки, обґрунтовано вибирати відомі пристрої, системи та методи захисту людини і природного середовища від небезпек і забруднень.

## **2. Передумови для вивчення дисципліни**

Передумовами для вивчення дисципліни є: Вступ до фаху, Фізика, Загальна екологія, Екологічна безпека.

## **3. Очікувані результати навчання**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПР05. Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля.

ПР10. Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень.

ПР11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.

ПР21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

ПР26. Вміти обґрунтовано вибирати відомі пристрої, системи та методи захисту людини і природного середовища від небезпек і забруднень.

#### 4. Програма навчальної дисципліни

##### 5.

##### Модуль 1.

**Змістовий модуль 1.** Характеристика іонізуючих випромінювань та джерела опромінення людини й біоти іонізуючою радіацією.

Тема 1. Джерела іонізуючого випромінювання: [11] стор. 11 – 32, стор. 34 – 50; [6] с. 40 – 47; [4], стор. 20-32; стор. 67-92; [10], стор. 43-70; [13], стор. 4-22; [14], стор. 471-483.

Тема 2. Дози іонізуючого випромінювання та взаємодія радіації з речовиною: [6] стор. 48 – 56; [4], стор. 49-66; [13], стор. 23-31; [12], стор. 60-77.

Тема 3. Дія іонізуючого випромінювання на молекули: [4], стор. 141-167; [8], стор. 320-358; [9], стор. 5-34; [14], стор. 39-42.

Тема 4. Кисневий ефект та прямі та непрямі ефекти опромінення клітин та тканин: [4], стор. 199-215; [13], стор. 41-54; [14], стор. 50-56, стор. 135-146.

Тема 5. Дія іонізуючого та неіонізуючого випромінювання на організми: [4], стор. 316-352, стор. 293-315; [10], стор. 226-242; [13], стор. 32-40; [], стор. 39-42.

**Змістовний модуль 2.** Радіочутливість видів та міграція радіонуклідів у навколишньому середовищі.

Тема 6. Наслідки радіаційно-хімічних перетворень у клітинах та організмі: [4], стор. 404-431, стор. 131-171; [13], стор. 55-69; [12], стор. 78-102; [14], стор. 75-134, стор. 317-369.

Тема 7. Радіочутливість рослин та радіостійкість різних видів: [6] с. 83 – 121; [4], стор. 293-315; [13], стор. 70-80; [14], стор. 39-42.

Тема 8. Розповсюдження радіонуклідів в атмосфері та наземні шляхи міграції: [4] с. 49 – 65; [10], стор. 71-75; [13], стор. 81-91; [14], стор. 39-42.

Тема 9. Перенесення радіонуклідів у водному середовищі: [4] стор. 66 – 81; [10], стор. 76-118; [13], стор. 82-97; [14], стор. 39-42.

### Тематичний план навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                                                                  | Кількість годин |              |    |     |      |              |              |    |     |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|----|-----|------|--------------|--------------|----|-----|------|
|                                                                                                                                | денна форма     |              |    |     |      | заочна форма |              |    |     |      |
|                                                                                                                                | усього          | у тому числі |    |     |      | усього       | у тому числі |    |     |      |
|                                                                                                                                |                 | лек          | пр | лаб | с.р. |              | лек          | пр | лаб | с.р. |
| 1                                                                                                                              | 2               | 3            | 4  | 5   | 7    | 8            | 9            | 10 | 11  | 12   |
| <b>Модуль 1</b>                                                                                                                |                 |              |    |     |      |              |              |    |     |      |
| <b>Змістовий модуль 1. Характеристика іонізуючих випромінювань та джерела опромінення людини й біоти іонізуючою радіацією.</b> |                 |              |    |     |      |              |              |    |     |      |
| Тема 1. Джерела іонізуючого випромінювання.                                                                                    | 12              | 3            | 1  | -   | 8    | 11           | 1            | -  | -   | 10   |
| Тема 2. Дози іонізуючого випромінювання та взаємодія радіації з речовиною.                                                     | 12              | 3            | 1  | -   | 8    | 13           | 2            | 1  | -   | 10   |
| Тема 3. Дія іонізуючого випромінювання на молекули.                                                                            | 12              | 3            | 2  | -   | 7    | 12           | 1            | 1  | -   | 10   |
| Тема 4. Кисневий ефект та прямі та непрямі ефекти опромінення клітин та тканин.                                                | 12              | 3            | 2  | -   | 7    | 12           | 2            | -  | -   | 10   |
| Тема 5. Дія іонізуючого та неіонізуючого випромінювання на організми.                                                          | 12              | 3            | 2  | -   | 7    | 13           | 2            | 1  | -   | 10   |
| <i>Разом за змістовим модулем 1</i>                                                                                            | 60              | 15           | 8  | -   | 37   | 61           | 8            | 3  | -   | 50   |

| <b>Змістовий модуль 2. Радіочутливість видів та міграція радіонуклідів у навколишньому середовищі.</b> |            |           |           |          |           |            |           |          |          |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|----------|----------|------------|
| Тема 6. Наслідки радіаційно-хімічних перетворень у клітинах та організмі.                              | 15         | 4         | 1         | -        | 10        | 15         | 2         | 1        | -        | 12         |
| Тема 7. Радіочутливість рослин та радіостійкість різних видів.                                         | 16         | 4         | 2         | -        | 10        | 16         | 2         | 1        | -        | 13         |
| Тема 8. Розповсюдження радіонуклідів в атмосфері та наземні шляхи міграції.                            | 15         | 4         | 2         | -        | 9         | 15         | 1         | 1        | -        | 13         |
| Тема 9. Перенесення радіонуклідів у водному середовищі.                                                | 14         | 3         | 2         | -        | 9         | 14         | 1         | -        | -        | 12         |
| <i>Разом за змістовим модулем 2</i>                                                                    | 60         | 15        | 7         | -        | 38        | 59         | 6         | 3        | -        | 50         |
| <b><i>Разом за курсом</i></b>                                                                          | <b>120</b> | <b>30</b> | <b>15</b> | <b>-</b> | <b>75</b> | <b>120</b> | <b>14</b> | <b>6</b> | <b>-</b> | <b>100</b> |

### Теми практичних занять

| № з/п        | Назва теми                                                                                                       | Кількість годин |              |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
|              |                                                                                                                  | Денна форма     | Заочна форма |
| 1            | Розрахунок доз опромінення прямим шляхом впливу, активності радіонуклідів та потужності поглинутої дози.         | 2               | 1            |
| 2            | Метод рентгенографії.                                                                                            | 1               | 1            |
| 3            | Типи дозиметрів. Вивчення конструкції і принципу дії основних видів дозиметричних приладів.                      | 2               | 1            |
| 4            | Принципи і застосування методу радіоізотопної діагностики.                                                       | 1               | -            |
| 5            | Вивчення структури і принципу дії гамма-спектрометру.                                                            | 2               | 1            |
| 6            | Визначення коефіцієнту кисневого посилення, відносної біологічної ефективності та лінійного передавання енергії. | 1               | -            |
| 7            | Вивчення шляхів перенесення радіонуклідів у навколишньому середовищі.                                            | 2               | -            |
| 8            | Біодозиметрія.                                                                                                   | 2               | 1            |
| 9            | Дезактивація радіонуклідів у міському середовищі.                                                                | 2               | 1            |
| <b>Разом</b> |                                                                                                                  | <b>15</b>       | <b>6</b>     |

### Завдання для самостійної роботи

| № з/п        | Назва теми                                | Кількість годин |              |
|--------------|-------------------------------------------|-----------------|--------------|
|              |                                           | Денна форма     | Заочна форма |
| 1            | Підготовка до практичних робіт            | 18              | 30           |
| 2            | Підготовка до реферату                    | 17              | 30           |
| 3            | Підготовка до модульних контрольних робіт | 40              | 40           |
| <b>Разом</b> |                                           | <b>75</b>       | <b>100</b>   |

### Теми реферативних робіт

| № | Назва тем індивідуальної роботи                                                               |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Схеми радіочутливості різних організмів.                                                      |
| 2 | Вплив радіації на стадії клітинного циклу.                                                    |
| 3 | Аварії на радіаційно небезпечних об'єктах.                                                    |
| 4 | Штучні джерела радіації. Використання іонізуючого випромінювання у різних сферах виробництва. |

|    |                                                                                             |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Перенесення радіонуклідів у водному середовищі.                                             |
| 6  | Перенесення радіонуклідів у ґрунті.                                                         |
| 7  | Перенесення радіонуклідів у повітряному середовищі.                                         |
| 8  | Деактивація харчової сировини та продуктів харчування.                                      |
| 9  | Радіаційний захист.                                                                         |
| 10 | Основи радіаційної гігієни.                                                                 |
| 11 | Основні норми поведінки та дія населення при аваріях і радіаційному забрудненні місцевості. |
| 12 | Радіаційно небезпечні об'єкти.                                                              |
| 13 | Поводження з радіоактивними відходами.                                                      |
| 14 | Засоби індивідуального захисту від іонізуючого опромінення та їх застосування.              |
| 15 | Проблеми атомної енергетики в Україні.                                                      |
| 16 | Історичні аспекти розвитку радіобіології та радіоекології.                                  |
| 17 | Вплив іонізуючого випромінювання на нуклеїнові кислоти та білки.                            |
| 18 | Радіопротектори, радіосенсибілізатори та радіоміметики.                                     |
| 19 | Закон радіоактивного розпаду. Ядерні реакції.                                               |
| 20 | АЕС: будова, принцип дії. Розвиток ядерної енергетики.                                      |
| 21 | Порівняльний аналіз радіостійкості різних видів.                                            |
| 22 | Довгострокові наслідки радіаційного опромінення людини.                                     |
| 23 | Історія виникнення нормування радіоактивного впливу. Сучасний стан питання.                 |

## **6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування**

Набуття здобувачами необхідних компетенцій відбувається через засвоєння програмного матеріалу та активізацію навчального процесу, а саме:

- роботою з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок;

- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

- дискусії - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;

- диспут - цілеспрямоване зіставлення різних поглядів на наукову чи суспільну проблематику з метою формування у здобувачів оцінних суджень, зміцнення світоглядних позицій;

- демонстрування - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

При викладанні лекційного матеріалу застосовується як класична форма у вигляді лекції-презентації, лекції-доповіді, а також лекція-співбесіда, лекція-диспут. Також використовуються відеоматеріали, аудіоматеріали, а також схематична наочність.

При проведенні практичних робіт застосовуються метод мікрофона, метод «Мозкового штурму», метод журналістських розслідувань, семінарські заняття, метод вікторини, метод взаємного навчання, групові форми підготовки практичного заняття, метод спостереження, ілюстративні методи, а також контроль та самоконтроль.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання здобувачів є:

- іспит;
- практичні роботи;
- реферат;
- модульні контрольні роботи.

## **7. Форми поточного та підсумкового контролю**

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни та підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного модульного контролю

(ПКМ), захист звітів із практичних робіт, виконання етапів індивідуального завдання та підсумкового контролю у формі письмового екзамену.

У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 0 балів до 100 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру за виконання практичних робіт, індивідуальних завдань, ПКМ та іспиту.

У разі успішного навчання протягом семестру, тобто своєчасного та якісного захисту практичних робіт, виконання індивідуальних завдань, модульних контрольних робіт та отримання мінімально встановленої суми балів за усі контрольні заходи (не менше 60 балів), підсумкова оцінка може бути виставлена без складання іспиту. Студент, який набрав за всі контрольні заходи менше 60 балів, складає підсумковий семестровий екзамен (проводиться у письмовій формі в екзаменаційну сесію), до якого він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до іспиту і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок виконання додаткового індивідуального завдання.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

### **Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання**

| <b>Відповіді на практичних роботах</b>                                                                                                                                  | <b>Критерії оцінювання</b>                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                                                                                                                                                       | Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки. |
| 4                                                                                                                                                                       | Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу.                             |
| 3                                                                                                                                                                       | Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.                                                                          |
| 2                                                                                                                                                                       | Відповідь має суттєві помилки, аргументи не сформульовані, використовуються невірні термінологія.                                                    |
| 1                                                                                                                                                                       | Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована.                                                                                |
| 0                                                                                                                                                                       | Студент не надає відповіді.                                                                                                                          |
| <i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми: для денної форми навчання – 45 балів (9 робіт по 5 балів); для заочної – 40 балів (8 робіт по 5 балів).</i> |                                                                                                                                                      |

### Оцінка реферативної роботи

| Бали                             |              | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Денна форма                      | Заочна форма | Друкована частина реферативної роботи                                                                                                                                                                                                           |
| 5-6                              | 20-25        | Реферат виконаний більше, ніж на 15 сторінках. Презентація на 6-10 слайдів. Реферат та список джерел оформлені відповідно до нормативних документів.                                                                                            |
| 3-4                              | 8-19         | Реферат виконаний на 5-15 сторінках, Відсутній зміст, або список використаних джерел. Наявність презентації.                                                                                                                                    |
| 1-2                              | 1-7          | Реферат виконаний на 2-5 сторінках. Відсутня презентація.                                                                                                                                                                                       |
| 0                                | 0            | Робота не виконувалась.                                                                                                                                                                                                                         |
| Усний захист реферативної роботи |              |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6                                | 13-15        | Захист із використанням підготовленої презентації, яка повністю відповідає темі реферативної роботи та послідовності викладення матеріалу. Усна доповідь чітка, логічна, з висновками, без необґрунтованих пауз та зупинок за встановлений час. |
| 4-5                              | 6-12         | Захист із використанням підготовленої презентації, усна доповідь логічна, з висновками, з деякими незапланованими паузами, затягнута або навпаки дуже коротка.                                                                                  |
| 1-3                              | 1-5          | Захист із використанням підготовленої короткої презентації, усна доповідь нечітка, з порушенням логічного порядку, можливо, без висновків, без вступу або з деякими неточностями, з активним використанням тексту доповіді.                     |
| 0                                | 0            | Робота не захищалася.                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>12</b>                        | <b>40</b>    | <b>Разом</b>                                                                                                                                                                                                                                    |

Включає написання комплексної контрольної роботи, яка оцінюється в 15 балів, і складається з таких компонентів:

| Назва компоненту  | Бали   | Критерії оцінювання                                       |
|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------|
| Тестове питання   | 1x3    | Правильна відповідь оцінюється у 1 бал. Всього 3 питання. |
| Питання за темою. | 4x3=12 | Повна відповідь оцінюється у                              |

|  |  |                                                                                                                                            |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | 4 бали, неповна – 3 бали, часткова відповідь – 2 бали, спроба надати відповідь – 1 бал, відсутність відповіді – 0 балів. Всього 3 питання. |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Іспит

Проводиться у письмовому вигляді (додатково), оцінюється в 15 балів, і складається з таких компонентів:

| Назва компоненту | Бали                 | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тести            | 5x1 бал = 5 балів    | 3 представлених 3-4 варіантів, потрібно підібрати правильну відповідь. Всього 5 тестових завдань.                                                                                                                                          |
| Питання          | 2x5 балів = 10 балів | Правильна відповідь, яка оцінюється у 5 балів; неповна відповідь або та, що містить 1-2 помилки – 3-4 бали; неповна або часткова відповідь – 2 бали; уявлення про тему питання – 1 бал; відсутність відповіді – 0 балів. Всього 2 питання. |

| Форма контролю              | Максимальна кількість балів |                       |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
|                             | Денна форма                 | Заочна форма          |
| Виконання практичних робіт  | 9x5 балів = 45 балів        | 6x5 балів = 30 балів  |
| Реферат                     | 1x25=25 балів               | 1x40=40 балів         |
| Поточний модульний контроль | 2x15 балів = 30 балів       | 2x15 балів = 30 балів |
| <b>Разом</b>                | <b>100</b>                  | <b>100</b>            |

### 8. Критерії оцінювання результатів навчання

|      |    | Денне відділення     |                 | Заочне відділення |                 |
|------|----|----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|      |    | Вид роботи           | Кількість балів | Вид роботи        | Кількість балів |
| ЗМ 1 | T1 | Практична робота № 1 | 5               |                   |                 |

|                                  |    |                      |            |                      |            |
|----------------------------------|----|----------------------|------------|----------------------|------------|
|                                  | T2 | Практична робота № 2 | 5          | Практична робота № 1 | 5          |
|                                  | T3 | Практична робота № 3 | 5          | Практична робота № 2 | 5          |
|                                  | T4 | Практична робота № 4 | 5          | Практична робота № 3 | 5          |
|                                  | T5 | Практична робота № 5 | 5          | Практична робота № 4 | 5          |
| ПМК 1                            |    | Контрольна робота    | 15         | Контрольна робота    | 15         |
| ЗМ 2                             | T6 | Практична робота № 6 | 5          | Практична робота № 5 | 5          |
|                                  | T7 | Практична робота № 7 | 5          | Практична робота № 6 | 5          |
|                                  | T8 | Практична робота № 8 | 5          | Практична робота № 7 | 5          |
|                                  | T9 | Практична робота № 9 | 5          | Практична робота № 8 | 5          |
| ПМК 2                            |    | Контрольна робота    | 15         | Контрольна робота    | 15         |
| Реферат із захистом, презентація |    | Завдання             | 25         | Завдання             | 40         |
| <b>Сума</b>                      |    |                      | <b>100</b> |                      | <b>100</b> |
| Додатково                        |    |                      |            |                      |            |
| Підсумковий контроль             |    | Екзамен              | <b>15</b>  | Екзамен              | <b>15</b>  |

## 9. Засоби навчання

З метою забезпечення наочності лекцій та практичних занять під час їх проведення використовуються такі наочні матеріали: тематичні плакати, схеми, спеціалізовані карти, матриці і таблиці планів експериментів реально виконаних наукових досліджень, анотовані і підсумкові звіти НДР, ОВД, проектна документація, ДСТУ, ГОСТи, ОСТи та інша нормативна документація.

Також студентам надається можливість отримати електронний варіант конспекту лекцій та всіх методичних розробок кафедри.

Як наочний матеріал на лекціях та практичних заняттях застосовується презентації. На сьогодні на практичних заняттях впроваджуються інноваційні методи та форми навчання, такі як використання GPS – навігації при польових дослідженнях, кооперативне навчання: робота групами, парами, ротація трійками; колективно-групове навчання.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання індивідуального завдання проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час проведення контрольних заходів рівень засвоєння матеріалу змістового модуля оцінюється шляхом проведення модульної контрольної роботи (МКР) та виконання практичних робіт із самостійною складовою.

## **10. Рекомендовані джерела інформації**

### ***Основна:***

1. Gudkov I. M., M. M. Vinichuk M. M. Radiobiology and Radioecology : textbook for students of higher educational institutions. Kyiv-Kherson : Oldi-Plus, 2019. 416 p. (in English).
2. Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества. М.: Воениздат, 1990. 271 с.
3. Гайченко В. А., Гудков І. М., Кашпаров В. О., Кічно В. О., Лазарєв М. М. Практикум з радіобіології та радіоекології: навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2014. 278 с.
4. Гродзинський Д.М. Радіобіологія. К. : Либідь, 2000. 447 с.
5. Гудков І. М. Радіобіологія: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 504 с.
6. Гудков І.М., Гайченко В.А., Кашпаров В.О. Радіоекологія: навчальний посібник. К. : Вид-во НАНУ, 2011. 368 с.
7. Гудков І.М., Гайченко В.А., Кашпаров В.О. та інші. Радіоекологія: Навчальний посібник /За редакцією академіка НААН України І.М. Гудкова. Херсон.: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 468 с.
8. Гудков І.М., Кашпаров В.О., Паренюк О.Ю. Радіоекологічний моніторинг : навчальний посібник. Київ, 2019. 188 с.
9. Клименко М. О, Прищепя А. М., Лебедь О. О. Радіоекологія. Практикум. Навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 404 с.
10. Коваленко Г. Д., Волошин В. С. Основи радіаційної екології. Маріуполь: В-во «Рената», 2009. 298 с.
11. Кутлахмедов Ю. О., Корогодін В. І., Кольтовер В. К. Основи радіоекології. К. : Вища школа, 2003. 318 с.
12. Мурашко В. О., Мечев Д. С., Бардов В. Г., Омельчук С. Т., Рушак Л. В., Ластков Д. О. Радіаційна гігієна: підручник. Вінниця: Нова книга, 2013. 376 с.
13. Трохименко Г. Г. Радіоекологія: курс лекцій. Миколаїв: НУК, 2012. 127 с. (електронне видання).
14. Радіоекологія: підручник. В.П. Шапорєв, Ю.Г. Масікевич, В.Ф. Моїсєєв, та ін. – Чернівці: «Місто» АНТ, 2018. – 440 с.

15. Радіоекологія О.М. Міхєєв, С.М.Маджд, О.В. Лапань, В.Ф.Фролов - навчальний посібник, МОН України, Національний. Авіаційний Університет, Київ, 2021, с.259.

### *Допоміжна:*

1. Авария на АЭС «Фукусима-1»: опыт реагирования и уроки / Труды ИБРАЭ. – Выпуск 13. – 2013. – 248 с.
2. Антонов В.П. Уроки Чернобиля: радиация, життя, здоров'я : науково-популярна література. К. : Знання, 1989. 112 с.
3. Індивідуальна дозиметрія при радіаційних аваріях / за ред. О.М. Перевозникова. Чорнобиль: Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, 2007. 200 с.
4. Кічно В. О., Поліщук С. В., Гудков І. М. Основи радіобіології та радіоекології: навч. посібник. Київ: «Хай-Тек Прес», 2008. 320 с.
5. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли. М. : Наука, 1991. 116 с.
6. Лико Д. В., Костолович М. І., Войтович О. П. Радіоактивні відходи: технології утворення, поводження, утилізації: навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. 204 с.
7. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). К., 1997. 121 с.
8. Прістер Б. С., Лоцилов Н. А., Нємец О. Ф. Основи сільськогосподарської радіології. К.: Урожай, 1991. 472 с.
9. Краснов В. П., Орлов А. А., Бузун В. А. Прикладна радіоекологія лісу. Житомир : Полісся, 2007. 679 с.
10. Владимиров В. Г., Красильников И. И., Арапов О. В. Радиопротектори: структура і функції. К. : Наукова думка, 1989. 262 с.
11. Режим доступу : [http://www.ibrae.ac.ru/docs/109/fukusima\\_sq\\_cover.pdf](http://www.ibrae.ac.ru/docs/109/fukusima_sq_cover.pdf).
12. Чорнобильська катастрофа / за ред. В.Г. Бар'яхтар. К. : Наука. Думка, 1996. 576 с.

### **Інформаційні ресурси в інтернет**

1. [http://www.zipsites.ru/matematika\\_estestv\\_nauki/biolog\\_nauki/galitskii\\_radiobiologiya/](http://www.zipsites.ru/matematika_estestv_nauki/biolog_nauki/galitskii_radiobiologiya/)
2. <http://natcol.lviv.ua/ua/info/met/met/radiobiologia.pdf>
3. [http://www.tesla.ru/sbir/index.php?subaction=showfull&id=1113564500&archive=&start\\_from=&ucat=4&](http://www.tesla.ru/sbir/index.php?subaction=showfull&id=1113564500&archive=&start_from=&ucat=4&)
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Радиобиологи>
5. <http://www.energoatom.kiev.ua>.
6. <http://www.chornobyl.net/ua>.

7. <http://www.ua.boell.org/web/50-397.html>

**Питання для модульного контролю****До змістовного модулю 1. Характеристика іонізуючих випромінювань та джерела опромінення людини й біоти іонізуючою радіацією**Тема 1. Джерела іонізуючого випромінювання.

1. Основні цілі і завдання радіаційної безпеки.
2. Роль радіації у виникненні життя на Землі.
3. Сутність теорії абіогенного синтезу.
4. Перелічити природні джерела опромінення.
5. Глобальні випадіння при використанні і випробовуваннях ядерної зброї.
6. Що таке озонові “діри” в атмосфері.
7. Антропогенні зміни радіоактивного фону.
8. Основні системні і позасистемні одиниці фізичних характеристик радіаційного випромінювання.
9. Характеристики іонізуючих випромінювань.
10. Особливості взаємодії різних видів фотонного і корпускулярного опромінювання з речовинами.
11. Послідовність дії іонізуючого опромінювання на біологічні об’єкти.
12. Зв’язок між рівнем гострого опромінювання і реакцією організму.
13. Вплив часу опромінювання на радіаційне ураження організму.
14. Соматичні і генетичні наслідки радіаційного ураження.

Тема 2. Дози іонізуючого випромінювання та взаємодія радіації з речовиною.

15. Склад і доза первинного і вторинного космічного випромінювання.
16. Радіоактивні ряди та дози внутрішнього та зовнішнього опромінення.
17. Джерела технологічно підвищеного природного радіаційного фону.
18. Рентгенівське та синхротронне випромінювання.
19. Нейтрони, їхні фізичні властивості.
20. Що таке коефіцієнт радіаційного ризику?
21. Назвіть ефекти, які виникають при взаємодії радіації з речовиною.
22. Ядерні вибухи у військових і мирних цілях та вплив глобальних випадінь радіонуклідів на радіаційний фон.

23. Основні типи ядерних реакторів, що використовуються у світі.
24. Атомні електростанції України та їх вплив на екологічну ситуацію.
25. Чорнобильська аварія, її короточасні і довгочасні наслідки.
26. Генні та хромосомні мутації.
27. Дозові залежності радіобіологічних ефектів.

Тема 3. Дія іонізуючого випромінювання на молекули.

28. Іонізація та збудження, іонізаційний потенціал.
29. Вільнорадикальний стан атомів та молекул.
30. Чим відрізняються  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - випромінювання та механізм їх виникнення і поширення.
31. Радіаційні пошкодження. Приклади прямої та непрямой дії випромінювання.
32. Радіаційна хімія води.
33. Вільнорадикальний процес у опромінених живих системах.
34. Дія радіації на нуклеїнові кислоти.
35. Пошкодження нуклеотидів, одониткові та двониткові розриви.
36. Дія радіації на білки, ліпіди. Пероксидне окиснення ліпідів.

Тема 4. Кисневий ефект та прямі та непрямі ефекти опромінення клітин та тканин.

1. Кисневий ефект у радіаційно-хімічних реакціях.
2. Коефіцієнт кисневого посилення.
3. Лінійне передавання енергії та відносна біологічна ефективність опромінення.
4. Роль кисню у живих клітинах.
5. Сублетальні та летальні пошкодження клітин.
6. Які ви знаєте прямі та непрямі ефекти опромінення клітин?

Тема 5. Дія іонізуючого та неіонізуючого випромінювання на організми.

7. Модифікація радіобіологічних ефектів.
8. Принцип дії радіопротекторів та радіосенсибілізаторів.
9. Репарація клітин від променевого ураження.

- 10.Радіочутливість різних тканин організму.
- 11.Сформулюйте правило Бергон'є та Трибондо.
- 12.Як відрізняється стійкість до опромінення різних органів та систем організму?
- 13.Загальна схема формування відповіді тваринного організму на опромінення.
- 14.Радіаційні синдроми у ссавців.
- 15.Кістково-мозковий та гастроінтестинальний синдроми.
- 16.Вплив опромінення на клітини крові і тканини кровотворних органів.
- 17.Захист від загибелі при різних синдромах.
- 18.Системна відповідь організму на опромінення.
- 19.Вплив іонізуючих випромінювань на плід людини й тварин.

## **До змістовного модулю 2. Радіочутливість видів та міграція радіонуклідів у навколишньому середовищі**

Тема 6. Наслідки радіаційно-хімічних перетворень у клітинах та організмі.

- 20.Види пізніх ефектів опромінення.
- 21.Вплив опромінення на процеси старіння, реакції поведінки, стресову реакцію організму.
- 22.Стійкість тварин до хронічного опромінення.
- 23.Вплив різних біологічних та фізичних факторів на реакції ссавців на опромінення.
- 24.Вплив опромінення на процеси регенерації.
- 25.Радіаційний канцерогенез.

## Тема 7. Радіочутливість рослин та радіостійкість різних видів.

- 26.Радіостійкість вірусів і бактеріофагів.
- 27.Радіостійкість бактерій, грибів та рослин.
- 28.Радіостійкість тварин.
- 29.Зв'язок між розмірами геному й радіочутливістю видів.
- 30.Радіостійкість видів і філогенез.
- 31.Радіочутливість рослин.
- 32.Критичні органи вищих рослин.

33.Радіостійкість насіння та різних систем рослин.

34.Хронічне опромінення рослин.

Тема 8. Розповсюдження радіонуклідів в атмосфері та наземні шляхи міграції.

35.Види радіоактивних відходів, методи і засоби їх переробки і захоронення.

36.Вплив метеорологічних факторів на поширення радіонуклідів в атмосфері.

37.Особливості переміщення радіонуклідів у прісноводних водоймищах, берегових зонах і Світовому океані.

38.Міграція радіонуклідів у ґрунтах.

39.Засоби дезактивації ґрунтів.

40.Перенесення та динаміка у підземних водах.

41.Надбережні зони та шельфи.

42.Біогеохімічний розподіл радіонуклідів. Перенесення радіонуклідів у напівзамкнених морях.

Тема 9. Перенесення радіонуклідів у водному середовищі.

43.Захоронення радіоактивних відходів на глибинах океану.

44.Захоронення радіоактивних відходів та радіаційна безпека.

45.Принципи підходу до нормування рівнів опромінення.

46.Концепція прийнятного ризику при нормуванні рівня опромінення.

47.Основні положення Норм радіаційної безпеки.

48.Міжнародні угоди в галузі радіаційної безпеки.

49.Санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами.

50.Методи і засоби дозиметричного контролю.

51.Назвіть основні біодозиметричні методи.

52.Засоби ліквідацій радіаційних аварій різного ступеню.

53.Законодавчі акти України в галузі радіаційної безпеки.