

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет природокористування  
Факультет агротехнологій та екології  
Кафедра екології



**СИЛАБУС**  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«РАДІОЕКОЛОГІЯ ТА РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА»**

для студентів, що навчаються за **ОПП «Технології захисту навколишнього середовища»** за першим (бакалаврським) рівнем освіти за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища галузь знань 18. Виробництво і технології

Львів 2023

## АНОТАЦІЯ КУРСУ

Навчальна дисципліна «Радіоекологія та радіаційна безпека» є важливою складовою частиною у системі базової вищої освіти при підготовці фахівців спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища», яка забезпечує формування системних знань про процеси надходження та накопичення радіоактивних речовин живими організмами, міграцію радіонуклідів у біосфері, різноманітні аспекти дії іонізуючого випромінювання на екосистеми різних рівнів організації. При вивченні навчальної дисципліни у студентів формуються інтегральні, загальні та спеціальні (фахові) компетентності, а саме вони опановують знання з радіаційної безпеки антропогенної діяльності, що передбачає стан захищеності теперішнього і майбутнього поколінь від шкідливого для їх здоров'я впливу іонізуючого випромінювання. Радіаційна безпека персоналу, населення і навколишнього середовища вважається забезпеченою, якщо дотримуються основні принципи радіаційної безпеки (виправданості, оптимізації, не перевищення) і вимоги радіаційного захисту, встановлені діючими нормами радіаційної безпеки та санітарними правилами.

### МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Радіоекологія та радіаційна безпека» є набуття студентами знань, умінь та практичних навичок, необхідних для аналізу сьогодення та довгострокових радіоекологічних і радіобіологічних проблем для своєчасного та практичного застосування ефективних контрзаходів по захисту біоекосистеми від наслідків техногенних радіаційних аварій та катастроф.

**Основним завданням** вивчення дисципліни є набуття студентом наступних *компетентностей*:

I.K. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми технічного і технологічного характеру у сфері екології, охорони довкілля, збалансованого природокористування, або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів технологій захисту навколишнього середовища, та характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

K11. Здатність обґрунтовувати, здійснювати підбір, розраховувати, проектувати, модифікувати, готувати до роботи та використовувати сучасну техніку і обладнання для захисту та раціонального використання повітряного та водного середовищ, земельних ресурсів, поводження з відходами.

K12. Здатність проводити спостереження та інструментальний і лабораторний контроль навколишнього середовища, впливу на нього зовнішніх факторів, з відбором зразків (проб) природних компонентів.

K13. Здатність здійснювати контроль за забрудненням повітряного басейну, водних об'єктів, ґрунтового покриву та геологічного середовища.

K17. Здатність до забезпечення екологічної безпеки.

K19. Здатність орієнтуватися в основних методах і системах забезпечення техногенної безпеки, обґрунтовано вибирати відомі пристрої, системи та методи захисту людини і природного середовища від небезпек.

#### **Програмні результати навчання:**

ПР01. Знати сучасні теорії, підходи, принципи екологічної політики, фундаментальні положення з біології, хімії, фізики, математики, біотехнології та

фахових і прикладних інженерно-технологічних дисциплін для моделювання та вирішення конкретних природоохоронних задач у виробничій сфері.

ПР09. Вміти проводити спостереження, інструментальний та лабораторний контроль якості навколишнього середовища, здійснювати внутрішній контроль за роботою природоохоронного обладнання на промислових об'єктах і підприємствах на підставі набутих знань новітніх методів вимірювання та сучасного вимірювального обладнання і апаратури з використанням нормативно-методичної та технічної документації.

ПР10. Вміти застосувати знання з контролю та оцінювання стану забруднення і промислових викидів, з аналізу динаміки їх зміни в залежності від умов та технологій очищення компонентів довкілля.

### **Інформаційний обсяг навчальної дисципліни (зміст)**

#### ***Розділ 1. Основні принципи і шляхи забезпечення радіаційної безпеки***

Тема 1. Принципи забезпечення радіаційної безпеки.

Тема 2. Заходи, що забезпечують радіаційну безпеку робіт.

Тема 3. Санкції за порушення вимог норм і правил з радіаційної безпеки в Україні.

Тема 4. Чинні норми радіаційної безпеки України.

Тема 5. Радіаційно небезпечні об'єкти.

Тема 6. Види зон радіоактивного забруднення території.

Тема 7. Засоби індивідуального захисту від радіоактивного опромінювання та їх застосування.

Тема 8. Поводження з радіоактивними відходами.

#### ***Розділ 2. Фізичні основи радіоактивності та вплив радіації на біоту і людину.***

Тема 9. Поняття про дози опромінювання, рівні забруднення.

Тема 10. Побутові дозиметричні прилади та робота з ними.

Тема 11. Основні норми поведінки та дії населення при радіаційних аваріях і радіаційному забрудненні місцевості.

Тема 12. Радіоактивні речовини та їх вплив на людину.

Тема 13. Природні джерела радіоактивного випромінювання.

Тема 14. Опромінення і його наслідки, гостра і хронічна променева хвороба.

Тема 15. Заходи щодо зниження вмісту радіонуклідів у продукції рослинництва.

Тема 16. Заходи щодо зниження радіонуклідів у продукції тваринництва.

### **ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ**

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, лабораторні заняття, консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції – бесіди і лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією і дозволяє привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, визначити у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки. При проведенні лабораторних занять передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як робота у малих групах або

дискусія.

Здобувачі вищої освіти, виконують усні та письмові завдання, виступають з доповідями і презентаціями, підготовленими як індивідуальні проекти. Програмою передбачено такі проекти для формування професійної компетентності: виступ за темою індивідуального науково-дослідного завдання (або з темою самостійного вивчення дисципліни) та виступ-інформування за темами лабораторних занять (у вигляді презентації або реферату).

### План лекційних занять з дисципліни «Радіоекологія та радіаційна безпека»

Номер теми	Тема, питання що вивчаються
1.	<b>РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ І ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ</b>  <b>Принципи забезпечення радіаційної безпеки.</b> Поняття про дотримання допустимих меж радіаційного впливу на персонал, населення та навколишнє природне середовище, встановлених нормами, правилами та стандартами з радіаційної безпеки.
2.	<b>Заходи, що забезпечують радіаційну безпеку робіт.</b> Забезпечення радіаційної безпека об'єкту та прилеглої до нього території за рахунок: якості проекту радіаційного об'єкту; обґрунтованого вибору району та майданчика для розміщення радіаційного об'єкту; фізичного захисту джерел радіоактивного випромінювання; зонування території навколо найнебезпечніших об'єктів та всередині них; умов експлуатації технологічних систем; санітарно-епідеміологічної оцінки та ліцензування діяльності з джерелами випромінювання; виробів та технологій; наявності системи радіологічного контролю.
3.	<b>Санкції за порушення вимог норм і правил з радіаційної безпеки в Україні.</b> Дисциплінарна, адміністративна та кримінальна відповідальність, у відповідності з чинним законодавством України за порушення вимог норм і правил з радіаційної безпеки України, передбачається. Кодекс України про адміністративні правопорушення (КУпАП). Стаття 188(18). Покарання за невиконання законних вимог (приписів) посадових осіб органів державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки.
4.	<b>Чинні норми радіаційної безпеки України.</b> Загальна характеристика ЗУ «Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів "Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)" Допустимі рівні вмісту радіонуклідів стронцію і цезію у продуктах харчування (ДР-97)». Міра дії іонізуючого випромінювання в будь-якому середовищі: експозиційну, поглинену та еквівалентну дози іонізуючого випромінювання. Поняття ризику.
5.	<b>Радіаційно небезпечні об'єкти.</b> Поняття про радіаційно небезпечні об'єкти, при аваріях та руйнуваннях на яких можуть відбутися масові радіаційні ураження людей, тварин та рослин. Характеристика радіаційних небезпечних об'єктів на території України: атомні електростанції підприємства з видобування та переробки уранових руд; підприємства з виготовлення

	ядерного палива; підприємства з переробки відпрацьованого ядерного палива і захоронення радіоактивних відходів; ядерні енергетичні установки на морських та космічних судах і апаратах. Ознайомлення з джерелами іонізуючого випромінювання у багатьох сферах господарства і наукової діяльності в Україні.
6.	<b>Види зон радіоактивного забруднення території.</b> Загальна характеристика та класифікація зон радіоактивного забруднення на місцевості. Визначення зона відчуження, зона безумовного відселення, зона гарантованого (добровільного) відселення, зона підвищеного радіоекологічного контролю. Умовами проживання і трудової діяльності населення на радіоактивних територіях.
7.	<b>Засоби індивідуального захисту від радіоактивного опромінювання та їх застосування.</b> Класифікація засобів захисту від іонізуючих випромінювань. Застосування індивідуальних засобів захисту органів дихання та шкіри, які призначені для збереження населення в умовах іонізуючих випромінювань. Застосування своєчасного і вмілого використання засобів захисту від світлового випромінювання, ядерного вибуху, радіоактивного пилу.
8.	<b>Поводження з радіоактивними відходами.</b> Загальна характеристика та класифікація радіоактивних відходів. Довгоіснуючі та короткоіснуючі радіоактивні відходи. Проблеми збереження відходів. Сучасні способи захоронення радіоактивних відходів (поховання в геологічних формаціях, поховання в товщі морського дна у свердловинах, поховання під земною корою).
9.	<b>РОЗДІЛ 2. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ РАДІОАКТИВНОСТІ ТА ВПЛИВ РАДІАЦІЇ НА БІОТУ І ЛЮДИНУ.</b>  <b>Поняття про дози опромінювання, рівні забруднення.</b> Поняття дози опромінювання. Визначення експозиційної дози, поглинутої дози, еквівалентної дози. Радіаційна дія на персонал об'єктів і населення в зоні радіоактивного забруднення.
10.	<b>Побутові дозиметричні прилади та робота з ними.</b> Ознайомлення з приладами загального та індивідуального дозиметричного контролю. Використання дозиметричних рентгенометрів, радіометрів, індикаторів, індивідуальних дозиметрів (Дозиметр ДБГ-06Т, Радіометр бета-гамма випромінювання "Прип'ять", Дозиметр-радіометр побутовий АНРИ-01 "Сосна", Дозиметр-радіометр МКС-07 «Пошук»).
11.	<b>Основні норми поведінки та дії населення при радіаційних аваріях і радіаційному забрудненні місцевості.</b> Ознайомлення студентів з діями при радіаційному забрудненні перебуваючи у приміщенні, при перебуванні поза приміщенням. Використання йодної профілактики. Заходи із попередження або послаблення дії на організм радіоактивних речовин та можливого уникнення захворювання променевою хворобою.
12.	<b>Радіоактивні речовини та їх вплив на людину.</b> Характеристика радіоактивних матеріалів. Види іонізуючого випромінювання: альфа-випромінювання, бета-випромінювання, гамма-випромінювання. Радіонукліди, що утворюють родини, та радіонукліди-продукти їх розпаду. Одиниці вимірювання радіоактивності та поглинутої дози радіації.

13.	<b>Природні джерела радіоактивного випромінювання.</b> Природні радіонукліди у складі гірських порід та мінералів. Особливості біологічної дії випромінювання. Космічне випромінювання. Вміст природних радіонуклідів у навколишньому середовищі. Природний радіаційний фон. Природні радіонуклідні аномалії.
14.	<b>Опромінення і його наслідки, гостра і хронічна променева хвороба.</b> Вплив опромінення на здоров'я живих організмів. Іонізуюче опромінення. Класифікація доз опромінення: експозиційна доза; поглинута доза; еквівалентна доза. Ознаки гострої променевої хвороби внаслідок загального одноразового опромінення.
15.	<b>Заходи щодо зниження вмісту радіонуклідів у продукції рослинництва.</b> Надходження радіонуклідів до рослин: позакореневе надходження; кореневе надходження. Особливості міграції радіонуклідів в агроєкосистемах та лісових біоценозах. Комплекс заходів, спрямованих на отримання рослинницької продукції, що відповідає радіологічним стандартам: організаційні, агротехнічні, агрохімічні і технологічні.
16.	<b>Заходи щодо зниження радіонуклідів у продукції тваринництва.</b> Методи зниження радіонуклідів у продукції тваринництва: меліорації природних лук і пасовищ; докорінне поліпшення природних кормових угідь; вапнування кислих ґрунтів; застосування мінеральних і органічних добрив; застосування спеціальних речовин. Зміна режиму годівлі і складу раціонів тварин. Технологічна переробка продукції тваринництва. Перепрофілювання галузей тваринництва.

**ПЛАН ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ  
«Радіоекологія та радіаційна безпека»**

№ з/п	Тема і короткий зміст заняття
1.	<b>Основні положення радіаційної безпеки та вимоги до роботи з радіоактивними речовинами.</b> Основні принципи попередження внутрішнього опромінення організму. Засоби дезактивації радіоактивних забруднень. Радіоактивні речовини та радіоактивне забруднення. Здійснення радіоактивного та індивідуального контролю. Допустимі рівні забруднення поверхонь. Санітарно-дозиметричний контроль. «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)».
2.	<b>Види доз іонізуючих випромінювань, одиниці їх вимірювання, порядок розрахунку і застосування.</b> Ознайомлення з дозами іонізуючих випромінювань, одиницями їх вимірювання, порядком розрахунку та їх застосуванням. Позасистемні одиниці вимірювання експозиційної дози. Визначення еквівалентної дози опромінення. Поглинута доза опромінення. Поняття про потужність дози.
3.	<b>Основні методи виявлення іонізуючих випромінювань.</b> Основні методи виявлення іонізуючих випромінювань: іонізаційний; сцинтиляційний; люмінесцентний; фотографічний; хімічний; колориметричний; біологічний. Застосування радіофотолюмінесценції та термолюмінесценції.
4.	<b>Методи радіометрії.</b> Ознайомитись з основними методами радіометрії. Засвоїти принцип дії методів радіометрії. Застосування основних методів для визначення радіоактивності: абсолютний; розрахунковий; відносний.

5.	<b>Призначення, класифікація, принцип будови, дозиметричних приладів.</b> Дозиметричні прилади, їх класифікація, принцип будови та призначення. Класифікація дозиметричних приладів за призначенням: дозиметри; рентгенометри; радіометри; спектрометри.
6.	<b>Прилади загального та індивідуального дозиметричного контролю.</b> Загальний контроль потужності дози зовнішнього $\gamma$ - та рентгенівського випромінювань за допомогою рентгенометрів. Визначення інтенсивності потоку частинок та квантів іонізуючих випромінювань за одиницю часу за допомогою радіометрів. Визначення ізотопного складу радіонуклідів по енергії їх випромінювання за використання $\alpha$ -, $\beta$ - та $\gamma$ -спектрометрів (АМ-А-01Ф, СЕГ-05, СЕГ-2МЛ, СУГ-1М та ін.).
7.	<b>Визначити потужності доз гамма-випромінювання на місцевості та в приміщенні.</b> Визначення за допомогою дозиметр-радіометр $\gamma$ - $\beta$ -випромінювань МКС-07 "ПОШУК" та дозиметр-радіометр МКС-05 «ТЕРРА». Будова дозиметра та принцип його роботи. Порядок роботи на радіометрі МКС-07.1. Призначення дозиметра та загальний алгоритм управління роботою МКС-05 .
8.	<b>Визначення щільності забруднення території сільськогосподарських угідь радіонуклідами техногенного походження.</b> Вимірювання щільності потоку $\beta$ -частинок у пошуковому та точному режимах. Програмування порогових рівнів спрацьовування звукової сигналізації. Вимірювання інтегрального (гамма + бета) потоку іонізуючого випромінювання.
9.	<b>Відбирання і підготовка проб для радіометрії.</b> визначення концентрації радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища, що безпосередньо стосується життєдіяльності людини у повітрі, воді, ґрунті, продукції рослинництва й тваринництва. Строки й норми відбору проб різних об'єктів для оцінки радіоактивності й вмісту радіонуклідів. Підготовка проб до радіометрії (висушування, обвуглення, озолення).
10.	<b>Прогнозування забруднення продукції рослинництва.</b> Ознайомлення з правилами прогнозування забруднення продукції рослинництва. Прогнозування забруднення рослинницької продукції $^{137}\text{Cs}$ враховуючи тип ґрунту, питому масу ґрунту, товщина забрудненого шару, вміст калію. Контрзаходи щодо зниження забруднення рослинницької продукції $^{137}\text{Cs}$ .
11.	<b>Прогнозування забруднення продукції тваринництва.</b> Правила визначення вмісту радіонуклідів в продуктах тваринництва. Санітарно-гігієнічні нормативи вмісту радіонуклідів у тваринницькій продукції. Застосування середніх значень коефіцієнтів переходу (КП) радіонуклідів ( $^{137}\text{Cs}$ та $^{90}\text{Sr}$ ) із добового раціону в продукцію тваринництва, в кормові культури, зерно та солому (Бк/кг) при певній щільності забруднення території Бк/м <sup>2</sup> . Розв'язання ситуативних задач із визначення вмісту $^{137}\text{Cs}$ в молоці та м'ясі ВРХ.
12.	<b>Прогнозування забруднення продукції лісового господарства.</b> Ознайомлення з правилами прогнозування забруднення продукції лісового господарства. Визначення забруднення грибів, ягід, лікарськими трав, деревини на $^{137}\text{Cs}$ та $^{90}\text{Sr}$ враховуючи нормативи на їх вміст в продукції лісового господарства. Розв'язання ситуативних задач враховуючи коефіцієнти переходу $^{137}\text{Cs}$ та $^{90}\text{Sr}$ з ґрунту у продукцію лісового господарства на різних типах умов місцезростання.

13.	<b>Розрахунок дози опромінення населення при пероральному надходженні радіонуклідів.</b> Застосування принципів визначення дози опромінення населення при пероральному надходженні радіонуклідів маючи вихідні показники. Розрахунок доз опромінення населення за рахунок харчового раціону. Використання дозових коефіцієнтів $B_i$ , які дорівнюють ефективній дозі (Зв) при пероральному споживанні $n$ -Бк $i$ -го штучного або природного радіонукліда в залежності від віку людини.
14.	<b>Розрахунок і оцінка еквівалентної дози опромінення внаслідок надходження радіонуклідів в організм.</b> Розрахунку і оцінка еквівалентної та сумарної дози опромінення за використання прийняті Міжнародною комісією радіаційного захисту (МКРЗ) таблиці дозових цін різних радіонуклідів – поглинених доз внаслідок надходження певного радіонукліда активністю 1 Бк в організм.
15.	<b>Міграція радіонуклідів у морських та прісноводних екосистемах.</b> Розподіл радіонуклідів у морській екосистемі. Аналіз морських екосистем з позиції радіоємності. Загальні властивості прісноводних екосистем. Розподіл радіонуклідів по основним компонентам прісноводних водоймищ. Накопичення радіонуклідів гідробіонтами. Проблеми радіоємності прісноводних екосистем.
16.	<b>Застосування хімічні чинники радіаційного захисту.</b> Хімічні радіозахисні речовини і радіосенсибілізатори. Використання радіопротекторів, радіоблокаторів і радіодекорпорантів. Основні класи радіопротекторів. Природні радіопротектори. Нативні радіопротектори клітин. Радіопротектори пролонгованої дії. Механізми дії радіопротекторів: індукція гіпоксивного стану, «перехоплювання» вільнорадикальних станів, утворення змішаних дисульфідів, гіпотеза «біохімічного шоку». Хімічні радіосенсибілізуючі речовини. Освоєння механізму дії радіосенсибілізаторів.

**Теми винесені на самостійне вивчення  
навчальної дисципліни**

№ з/п	Назва теми
1	Проблеми і завдання сільськогосподарської радіобіології та радіоекології в зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС
2	Пряма та опосередкована дія іонізуючих випромінювань на молекули речовини
3	Порівняльна радіочутливість видів різних таксономічних груп. Радіочутливість сільськогосподарських рослин і тварин
4	Онкогенні наслідки опромінення. Опромінення і тривалість життя. Вплив на здоров'я людини великих радіаційних аварій.
5	Особливості надходження різних радіонуклідів в організм і їх біологічний вплив. Гранично допустимі дози випромінювання.



6	Зонування населених пунктів після аварії на ЧАЕС. Поняття критичних груп. Рекомендації МКРЗ і МАГАТЕ по моніторингу доз опромінення населення і персоналу.
7	Методика дозиметричної паспортизації населених пунктів в Україні. Рекомендації по моніторингу опромінення населення і критичних груп.
8	Населення в умовах радіаційної аварії.
9	Основні правила безпеки при проживанні в сільській місцевості на забруднених радіоактивними речовинами територіях.
10	Роль біоти як депо накопичення радіонуклідів. Радіоємність каскаду прісноводних водоймищ. Радіоємність морської екосистеми
11	Вертикальна і горизонтальна міграція радіонуклідів у ґрунті. Вплив фізико-хімічних властивостей радіонуклідів, типу ґрунту і біологічних особливостей видів рослин у накопиченні радіонуклідів с/г культурами
12	Сучасний радіаційний стан в Україні та радіоактивне забруднення об'єктів навколишнього середовища. Площа радіоактивно забруднених с/г угідь України та зони радіоактивного забруднення
13	Контрзаходи щодо радонового опромінювання
14	Шляхи використання іонізуючих випромінювань у рослинництві. Шляхи використання іонізуючих випромінювань у тваринництві

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ

**1. Усне опитування** (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).

**2. Письмова аудиторна та позааудиторна перевірка** – розв'язування задач і прикладів, підготовка рефератів, презентацій, контрольні роботи (з конкретних питань тощо) або тести

**3. Практична перевірка** – аналіз виробничої інформації, рішення професійних завдань з проектування технологічних методів захисту.

*Види контролю:* поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

В умовах дистанційного навчання поточний і підсумковий контроль здійснюється з використанням інтернет-технологій різними шляхами комунікацій (зокрема, Zoom, Google Meet, Skype, Moodle).

## Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота															Підсум-ковий тест (іспит)	Сума	
Розділ 1								Розділ 2							50 балів	100 балів	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15			T16
ЛБ1 – ЛБ8								ЛБ9 – ЛБ16									
25 балів								25 балів									

T1, T2 ... – теми лекційного курсу.

ЛБ1, ЛБ2... – теми лабораторних занять.

Відпрацювання пропущених занять студентами здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного університету природокористування пропущених лекційних, практичних, лабораторних та семінарських занять». Студент представляє конспект а з пропущеної теми лекційного курсу та опрацюванні лабораторні заняття (захист роботи або контрольна чи тестові завдання)) з відповідної тематики. Самостійне вивчення навчальної дисципліни за вищевказаними темами передбачає також підготовку рефератів, доповідей, презентацій (максимальна кількість балів – 5 за одну тему, але не більше 10 б. за весь курс дисципліни).

Форма підсумкового контролю успішності навчання: іспит.

## **КРИТЕРІЇ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ**

Поточне оцінювання здійснюється за кожним завданням в межах розділів. Оцінюються і завдання, виконувані в аудиторії, і завдання, виконувані під час самостійної роботи. Протягом вивчення дисципліни здійснюється самоконтроль. Загальні критерії оцінок: “відмінно” – здобувач вищої освіти виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу дисципліни, передбаченого програмою; опрацював основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою; проявив творчі здібності у розумінні, логічному, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв’язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. “добре” – здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання вище середнього рівня навчального матеріалу дисципліни; продемонстрував уміння легко виконувати завдання, передбачені програмою; опрацював літературу, рекомендовану програмою; засвоїв взаємозв’язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. “задовільно” – здобувач вищої освіти виявив знання навчального матеріалу дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; виконав завдання, передбачені програмою; ознайомився з основною літературою, що зазначена у програмі; припустив значну кількість помилок або недоліків у відповідях на запитання співбесіди, тестування, при виконанні завдань тощо, які може усунути самостійно. “незадовільно” – здобувач вищої освіти не має знань зі значної частини навчального матеріалу; припускає принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань.

### **Питання з дисципліни «Радіоекологія та радіаційна безпека», які виносяться на іспит**

1. Будова речовини. Властивості протона: заряд, маса? Що таке ізотони?
2. Які ви знаєте радіаційно небезпечні об’єкти?
3. За якої умови виникає радіоактивна рівновага?
4. Принцип дії напівпровідникових детекторів?
5. Чинні норми радіаційної безпеки України.
6. Чому радон більш небезпечний в закритих приміщеннях, ніж у відкритих?
7. Умов експлуатації технологічних систем.
8. Будова речовини. Властивості електрона: заряд, маса? Що таке ізомери? Що таке

- ізобари?
9. Як забезпечується радіаційна безпека об'єкту?
  10. У чому відмінність між пружною і непружною взаємодією радіоактивних частинок?
  11. У чому відмінність між іонізаційною камерою і пропорційним лічильником?
  12. Які існують джерела радону?
  13. Засоби індивідуального захисту від радіоактивного опромінювання та їх застосування.
  14. Як здійснюється зонування території навколо найнебезпечніших об'єктів та всередині них?
  15. Чим відрізняється нуклід від радіонукліда? Що таке елементарний електричний заряд і чому він дорівнює?
  16. Чи може альфа-випромінювання викликати іонізацію речовини?
  17. Що можна зафіксувати за допомогою лічильника Гейгера-Мюллера?
  18. Чи відчуваємо ми на собі наслідки ядерних випробувань? Який вплив від ядерних вибухів? Чи проводять зараз ядерні випробування та в якому середовищі якщо так?
  19. Побутові дозиметричні прилади та робота з ними.
  20. Що таке явище радіоактивного розпаду? Чому ядра деяких ізотопів нестабільні?
  21. Чи відхиляються нейтрони в електричному полі електронних оболонок атомів?
  22. У чому відмінність між прямою дією радіації і непрямою?
  23. У яких випадках направлено застосовуються джерела радіації в побутових умовах і в промисловості?
  24. Що таке альфа-частинки? Властивості альфа-частинки: заряд, маса, довжина хвилі?
  25. У що перетворюються гамма-кванти при поступовій втраті своєї енергії?
  26. Що таке вільні радикали? Як вони виникають?
  27. Типи ядерних реакторів. Їх відмінності
  28. Що таке бета-частинка? Властивості бета-частинки: заряд, маса, довжина хвилі?
  29. Значення радіопротекторів у захисті від радіоактивного забруднення?
  30. Яка найбільш вразлива частина клітини? Чому?
  31. Які уповільнювачі використовуються в ядерних реакторах?
  32. Як змінюються властивості (заряд, маса) материнського радіонукліда при альфа-розпаді?
  33. Що характеризує експозиційна доза?
  34. Які органи і тканини найбільш чутливі до радіації?
  35. Перелічіть всі використовувані способи захоронення РАВ
  36. Як змінюються властивості (заряд, маса) материнського радіонукліда при бета-плюс-розпаді?
  37. Що характеризує поглинена доза?
  38. При якій дозі опромінення вже можуть виникати ознаки гострої променевої хвороби?
  39. Перелічіть відомі способи захоронення відходів що не використовуються широко. Та вкажіть основні їх недоліки.
  40. Як змінюються властивості (заряд, маса) материнського радіонукліда при бета-мінус-розпаді?
  41. Чи однакова біологічна дія різних видів випромінювання при однаковій поглиненій дозі?

42. При якій дозі опромінення і за який період можуть виникати ознаки хронічної променевої хвороби?
43. Чому для захоронення використовують тверді породи типу гранітів, сланців, солей.
44. Як виникають гамма-кванти?
45. Чи можливе враження всього тіла людини або окремих його органів при опроміненні якогось одного органу?
46. Як виражаються ознаки первинних реакцій опромінення?
47. Якого типу техніку використовують для перевезення РАВ. Які умови цього процесу.
48. Як виникають бета-частинки?
49. Що більше 1 Рентген або 1 Зіверт?
50. Ефективністю планування та проведення заходів з радіаційного захисту в нормальних умовах та у випадку радіаційної аварії.
51. Який період перебігу променевої хвороби найбільш критичний?
52. Які закони України мають відношення до радіаційної безпеки?
53. Будова речовини. Властивості нейтрона: заряд, маса? Що таке ізотопи?
54. Як пов'язані між собою період напіврозпаду  $T_{1/2}$  і постійна радіоактивного розпаду  $\lambda$ ? Що таке стан радіоактивного рівноваги?
55. Принцип дії сцинтиляційних детекторів?
56. Чому космічне випромінювання ділиться на первинне і вторинне? Яка відмінність?
57. Що таке атомна одиниця маси і чому вона дорівнює?
58. Як потрібно проводити дотриманням встановлених контрольних рівнів випромінювання?
59. Як забезпечується радіаційна безпека перосоналу?
60. Чи проникають бета-частинки всередину ядра?
61. Чи можна використовувати сцинтиляційні детектори як дозиметри?
62. Чому небезпечні атомні електростанції?
63. Що таке гамма-квант? Властивості гамма-кванта: заряд, маса, довжина хвилі?
64. Чи можливий фотоефект при комптон-ефекті?
65. Як забезпечується радіаційна безпека організацією системи інформації про радіаційний стан?.
66. Чому наявність в тканині кисню підвищує її радіочутливість?
67. Яку воду використовують системах реактора. Чи забруднює вона довкілля і як? Що таке важка вода?
68. Чи дискретна енергія у бета-випромінювання? Чому?
69. Чи можливий прояв дії радіації на організм через кілька років?
70. Які органи і тканини вражаються в першу чергу при опроміненні?
71. Основні положення та складові компоненти НРБУ 97.
72. У яких одиницях вимірюється активність? Що характеризує основний закон радіоактивного розпаду?
73. Принцип дії іонізаційних детекторів?
74. Методи лікування променевої хвороби?
75. Санітарно-епідеміологічної оцінки виробів та технологій.
76. Які основні закони регламентують права громадян в сфері радіаційної безпеки?
77. Будова речовини. Властивості нейтрона: заряд, маса? Що таке ізотопи?
78. Як забезпечується радіаційна безпека населення.

79. У чому відмінність між пружною і непружною взаємодією радіоактивних частинок?
80. Яка найбільш вразлива частина клітини? Чому?
81. Чому для захоронення РАВ використовують пластичні породи типу глинистих.
82. Як пов'язані між собою період напіврозпаду  $T_{1/2}$  і постійна радіоактивного розпаду  $\lambda$ ? Що таке стан радіоактивного рівноваги?
83. Які органи і тканини вражаються в першу чергу при опроміненні?
84. Яку воду використовують системах реактора. Чи забруднює вона довкілля і як? Що таке важка вода?
85. Назвіть найбільші техногенні аварії з витоком радіаційних речовин в довкілля?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### *Базова*

1. Гудков І. М., Гайченко В. А., Кашпаров В. О. та інші. Радіоекологія: навч. посіб. Вид. 2-ге доповнене. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 468 с.
2. Гудков І. М. Радіобіологія: підруч. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 504 с.
3. Чоботько Г. М., Ландін В. П., Василенко М. Г., Кучма М. Д., Швиденко І. К. Рекомендації зі зниження виносу радіонуклідів з агроландшафтів. Київ: ДІА, 2019. 42 с.
4. Гудков І.М., Гайченко В.А., Кашпаров В.О. Сільськогосподарська радіоекологія: підручник / За редакцією академіка НААН України І. М. Гудкова. Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. 268 с.
5. Гудков І. М., Віннічук М. М. Сільськогосподарська радіобіологія. Житомир: Вид-во ДАУ, 2003. 472 с.
6. Носовський А. В., Бондар Б.М. Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання: підручник». Київ: Фенікс, 2020. 408 с.
7. Хоботова Е. Б., Грайворонська І. В., Уханьова М. І. Радіоекологія: навч. посіб. для студентів ВНЗ. Харків: ХНАДУ, 2013. 187 с.
8. Гродзинський Д. М. Радіобіологія. Київ: Либідь, 2000. 448 с.
9. Клименко М. О., Прищепа А. М., Лебедь О. О. Радіоекологія. Практикум. Навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 404 с.
10. Боголюбов В. М., Клименко М.О., Мокін В. Б. та ін. Моніторинг довкілля: підручник. Вид. 2-ге, переробл. і доповн. Київ: НУБіПУ, 2018. 435 с.
11. Кіцно В. О., Поліщук С. В., Гудков І. М. Основи радіобіології та радіоекології: навч. посіб. 3-тє видання. Київ: «Хай-Тек Прес», 2010. 320 с.
12. Клименко М. О., Клименко О. М., Клименко Л. В. Радіоекологія: підручник. Рівне: НУВГП, 2020. 304 с.

### *Допоміжна*

13. Царик Л. П., Лісова Н. О. Глобальні і регіональні екологічні проблеми. Навчальний посібник. Тернопіль: Наук-вид. відділ ТНПУ, 2018. 168 с. Клименко М. О. Радіоекологія: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2008. 224 с.
14. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки: навчальний посібник. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. 183 с.
15. Клименко М. О. Прищепа А. М. Практикум з радіоекології: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2010. 220 с.

16. Ткаченко Г. М., Гудков І. М. Сільськогосподарська радіобіологія і радіоекологія. Київ: Бібліотека ветеринарної медицини, 1999. 63 с.

17. Константинов М. П., Журбенко О. А. Радіаційна безпека. Суми, 2003. 189 с.

18. Кутлахмедов Ю. О. Основи радіоекології. Київ: Вища школа, 2003. 319 с.

19. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ: МОЗ, 1997. 121 с.

20. Барьяхтар В. Г. Чорнобильська катастрофа. Київ: Наук. думка, 1996. 515 с.

### *Інформаційні ресурси*

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси, книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, наукових, науково-технічних та інших бібліотек України.

2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет з переліком сайтів:

[http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/10677/1/MethodOrgRadBez\\_NavchPosib\\_2022.pdf](http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/10677/1/MethodOrgRadBez_NavchPosib_2022.pdf)

<https://cutt.ly/e7gtZh3>

<https://cutt.ly/k7gyIoa>

<https://www.uradmonitor.com/>

<https://www.saveecobot.com/radiation-maps#6/48.879/31.113>