

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора з наукової роботи

 В. В. Давидовський

«05»  2023 р.



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РАДІОЕКОЛОГІЇ

*для аспірантів*

**Освітньо-кваліфікаційний рівень:** *доктор філософії*

**Галузь знань:** *09 – Біологія*

**Спеціальність:** *091 – Біологія та біохімія*

**Освітня програма:** *Радіобіологія*

**Статус курсу:** *фаховий*

Київ 2023

Сучасні проблеми радіоекології: освітньо-наукова програма.

Укладач Дрозд І.П, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу радіобіології та радіоекології.

Робочу програму «Сучасні проблеми радіоекології» розглянуто та рекомендовано до затвердження на:

Розширеному засіданні відділу радіобіології та радіоекології

Протокол № 3 від «21 » червня 2023 р.

На засіданні секції Вченої ради ІЯД НАНУ

«Ядерна, радіаційна та техногенно-екологічна безпека»

Протокол № 2 від «27» червня 2023 р.

Затверджено на засіданні Вченої ради ІЯД НАН України

Протокол № 6 від « 05 » липня 2023 р.

## I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма з курсу «Сучасні проблеми радіоекології» відповідає навчальному плану підготовки аспірантів за спеціальністю **091 – Біологія та біохімія** (галузь знань: **09 – Біологія**), що здобувають освітньо-кваліфікаційний рівень доктора філософії на відповідній освітній програмі ІЯД НАН України.

Курс «Сучасні проблеми радіоекології» є складовою вибіркових навчальних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки докторів філософії за спеціальністю **091 – Біологія та біохімія**, напрям підготовки: **Радіобіологія**. Він дає можливість ознайомити аспірантів з основами сталого розвитку, радіоекологічною ємністю довкілля, радіаційною ситуацією в Україні та новітніми методами вимірювань в радіоекології.

Курс «Сучасні проблеми радіоекології» викладається на 2 році навчання в осінньому або весняному семестрі. Вивчення курсу передбачає аудиторну (лекції – 24 год.; семінарські заняття – 6 год.) і самостійну роботу (60 год.). Загальна кількість годин, відведених на опанування дисципліни – 90 (3 кредити ЄКТС).

Галузь знань, спеціальність, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Організаційно-методична характеристика навчальної дисципліни	
	Академічна характеристика	Структура
09 – Біологія 091 – Біологія та біохімія Освітня програма – Радіобіологія  Доктор філософії	Рік навчання: 2 Семестр: 1 або 2 Статус курсу: фаховий Кількість ЄCTS кредитів: 3	Кількість годин Загальна: 90 Лекції: 24 Семінарські заняття: 6 Самостійна робота: 60 Вид підсумкового контролю: іспит

**Мета дисципліни** – ознайомлення аспірантів з основними положеннями парадигми сталого розвитку суспільства, набуття ними практичних навиків визначення радіоекологічної ємності довкілля у місцях спорудження та експлуатації об’єктів ядерного паливного циклу України та знань щодо новітніх методів вимірювань в радіоекології.

**Завдання** – сформувані у аспірантів базові знання про екологічну частину парадигми сталого розвитку суспільства, сформувані практичні навиків визначення радіоекологічної ємності довкілля, ознайомити аспірантів з новітніми методами апаратурного вимірювання вмісту “чистих” альфа- та бета-випромінювачів у біологічних об’єктах та об’єктах довкілля.

**Структура курсу.**

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

**Знати:** поняття, що використовуються в теорії сталого розвитку; основи сталого розвитку; поняття про екологічний слід; основи ядерного та екологічного законодавства України; поняття про радіоекологічну ємність довкілля; поняття про сучасну радіаційну ситуацію в Україні; природні та техногенні радіоактивні джерела радіаційного забруднення довкілля; сучасні методи прямого апаратного вимірювання вмісту в біологічних об'єктах та об'єктах довкілля "чистих" альфа- та бета-випромінюючих радіоізотопів.

**Вміти:** доповнювати криву екологічного сліду; оцінювати радіоекологічну ємність довкілля за конкретних радіоекологічних умов; практично відрізнити радіоактивне забруднення конкретних регіонів природного походження від техногенного; вільно користуватись новітньою апаратурою для радіоекологічних досліджень.

**Місце дисципліни** (в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку). Вибіркова навчальна дисципліна «Сучасні проблеми радіоекології» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «доктор філософії». Система знань, отримана при вивченні даного курсу, є необхідною для вільного ознайомлення з науковою літературою та при виконанні відповідних кваліфікаційних робіт.

**Зв'язок з іншими дисциплінами.** При вивченні дисципліни «Сучасні проблеми радіоекології» використовуються знання та вміння, набуті аспірантами під час вивчення курсів загальної екології, радіобіології, апаратної дозиметрії, ядерної фізики, атомної фізики.

## II. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин			
	Всього	Лекції	Семінарські заняття	Самостійна та індивідуальна робота
<b>Розділ (змістовний модуль) 1.</b> Основні теоретичні положення та проблеми сталого розвитку людства				
<b>Тема 1.</b> Екологічний слід	3	1	1	1
<b>Тема 2.</b> Сталий розвиток суспільства. Безальтернативність переходу розвитку людської цивілізації на засади сталого розвитку	20	8	-	12
<b>Тема 3.</b> Неготовність сучасного людства до сприйняття першої парадигми сталого розвитку	9	3	-	6
<b>Тема 4.</b> Розвиток ядерних технологій і сталий розвиток	9	3	-	6
<b>Всього за розділом 1</b>	41	15	1	25
<b>Розділ (змістовний модуль) 2.</b> Радіоекологічна ємність довкілля				
<b>Тема 5.</b> Основні поняття екологічної та радіоекологічної ємності довкілля	9	3	-	6
<b>Тема 6.</b> Об'єкти ядерного паливного циклу і їх вплив на довкілля	7	1	-	6
<b>Тема 7.</b> Методи оцінки радіоекологічної ємності довкілля в ареалі впливу об'єктів ядерного паливного циклу	9	2	1	6
<b>Всього за розділом 2</b>	25	6	1	18
<b>Розділ (змістовний модуль) 3.</b> Радіаційна ситуація в Україні. Новітні методи вимірювань в радіоекології				
<b>Тема 8.</b> Джерела радіоактивного забруднення довкілля в Україні	9	1	-	8
<b>Тема 9.</b> Інтенсивність радіоактивного забруднення територій від природних та техногенних джерел	6	1	-	5
<b>Тема 10.</b> Експрес-методи вимірювання вмісту "чистих" альфа- та бета-випромінювачів в об'єктах довкілля та живих організмах	9	1	4	5
<b>Всього за розділом 3</b>	24	3	4	18
<b>Всього</b>	90	24	6	60

## **ЗМІСТ КУРСУ**

### **Розділ (змістовний модуль) 1. Основні теоретичні положення та проблеми сталого розвитку людства**

#### **ТЕМА 1. Екологічний слід.**

Визначення терміну. Дослідження Різа та Вакернагеля. Подальші дослідження. Програма ООН з довкілля. Метод оцінки екологічного сліду. Екологічний слід на індивідуальному рівні.

#### **ТЕМА 2. Сталий розвиток суспільства. Безальтернативність переходу розвитку людської цивілізації на засади сталого розвитку.**

Основні поняття сталого розвитку суспільства. Парадигма сталого розвитку. Триєдиність парадигми сталого розвитку. Методологія “системної динаміки” Джея Форрестера. Доповідь Римському клубу “Межі зростання”(1972). “Поза межами” (1992). “Межі зростання – 30 років потому” (2004). 26 принципів Стокгольмської декларації (1972). План дій для довкілля людини (1972). Звіт ООН про стан довкілля “Наше спільне майбутнє” (1987). Конференція ООН з довкілля та розвитку в Ріо-де-Жанейро (1992 р.). “Порядок денний на 21 століття” (1992). “Декларація тисячоліття” (2000). Світовий Саміт із сталого (збалансованого) розвитку (2002) – Ріо+10.

#### **ТЕМА 3. Неготовність сучасного людства до сприйняття парадигми сталого розвитку.**

Недосконалість парадигми сталого розвитку суспільства. Парадигма сталого розвитку - чергова утопія 20-го століття. Необхідність перегляду основ парадигми сталого розвитку. Новий підхід до формулювання ідеології сталого розвитку суспільства. Резолюція Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний в області сталого розвитку на період до 2030 року» (2015). 17 Глобальних цілей сталого розвитку.

#### **ТЕМА 4. Розвиток ядерних технологій і сталий розвиток.**

АЕС як екологічно безпечне джерело енергії. Ілюзорна екологічна безпечність АЕС (приклади Чорнобилю, Пакша, Фукусіми тощо). Сучасні альтернативи атомній енергетиці. Рециклінг водневмісних відходів виробництва та споживання і перспективи водневої енергетики. Управління екологічною безпекою. Екологічний аудит і екологічне страхування.

### **Розділ (змістовний модуль) 2. Радіоекологічна ємність довкілля.**

**Тема 5. Основні поняття екологічної та радіоекологічної ємності довкілля.**

Екологічна ємність довкілля. Радіоекологічна ємність довкілля (за Кутлахмедовим Ю.О. Фактор радіоемності. Ресурсна та біосферна концепції екологічної безпеки. Концепція індустріального симбіозу. Еколого-токсикогенна концепція. Основний принцип визначення екологічної ємності екосистеми.

#### **ТЕМА 6. Об'єкти ядерного паливного циклу і їх вплив на довкілля.**

Поняття ядерного паливного циклу (ЯПЦ). Типи ядерного паливного циклу. Об'єкти ЯПЦ в Україні. Вплив об'єктів ЯПЦ на довкілля. Реакція біоценозів на радіаційний вплив об'єктів ЯПЦ. Гранично допустимі дози опромінення різних представників біоти та людини.

#### **ТЕМА 7. Методи оцінки радіоекологічної ємності довкілля в ареалі впливу об'єктів ядерного паливного циклу.**

Оцінка радіаційної ємності екосистеми за величиною дозових навантажень на її елементи. Методики оцінки екологічної ємності довкілля. Методика Акімової Т.А. і Хаскіна В.В. Методика Мозгової О.С. Недоліки існуючих методик визначення екологічної ємності довкілля. Концептуальні основи визначення радіоекологічної ємності території у контексті безпеки людини. Радіоемність території у місцях постійного проживання людей (методика оцінки).

### **Розділ (змістовний модуль) 3. Радіаційна ситуація в Україні. Новітні методи вимірювань в радіоекології**

#### **ТЕМА 8. Джерела радіоактивного забруднення довкілля в Україні.**

Природний (глобальний) радіаційний фон. Радіоактивні ряди (сімейства) та їх випромінювання. Космогенні радіонукліди. Застосування фосфорних добрив. Технологічні викиди та скиди виробничих об'єктів ЯПЦ. Хвостосховища уранозбагачувальних підприємств. Аварійні викиди виробничих об'єктів ЯПЦ. Чорнобильська катастрофа. Особливості радіоактивного забруднення територій внаслідок чорнобильської катастрофи.

#### **ТЕМА 9. Інтенсивність радіоактивного забруднення територій від природних та техногенних джерел.**

Структура та інтенсивність фонових радіоактивного забруднення (природний фон). Величини радіоактивного забруднення поблизу виробничих об'єктів ЯПЦ за їх штатної роботи. Особливості можливого аварійного радіоактивного забруднення довкілля викидами об'єктів ЯПЦ. Обсяги та інтенсивності радіоактивного забруднення територій після аварії на ЧАЕС.

#### **ТЕМА 10. Експрес-методи вимірювання вмісту "чистих" альфа- та бета-випромінювачів в об'єктах довкілля та живих організмах.**

Інноваційні методи моніторингу біооб'єктів та довкілля в радіоекології. Вимірювання вмісту "чистих" бета-випромінюючих радіоізотопів в біооб'єктах і об'єктах довкілля з застосуванням гамма-спектрометрів. Ядерно-спектроскопічні методи масових експресних вимірювань  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238-240}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$  в об'єктах оточуючого природного середовища, будівельних матеріалах, продуктах харчування та радіоактивних відходах. Апаратурний метод одночасного визначення вмісту радіонуклідів  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  у зразках навколишнього середовища. Апаратурний метод прижиттєвого визначення вмісту радіонуклідів  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  в організмі дрібних тварин.

## Література

### Основна (О)

1. Mathis Wackernagel, Bert Beyers Ecological Footprint: Managing Our Biocapacity Budget. - New Society Publishers, 2019 - 288 p.
2. Екологічний слід - калькулятор ресурсів для ваших потреб [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.facebook.com/eco.plat.1/posts/917427521677192/>.
3. Форрестер Дж. Мировая динамика.- М.: Наука. - 1978. – 168 с.
4. Meadows, Donella H.; Meadows, Dennis L.; Randers, Jorgen; Behrens, William W. The Limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament for mankind. Universe Books. New York, NY, USA. 1972. 205 p.
5. Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows , and Jorgen Randers Beyond the Limits (Post Mills, VT: Chelsea Green Publishing Company, 1992)
6. Donella H. Meadows, Jorgen Randers, and Dennis L. Meadows: Limits to Growth: The 30-Year Update. Chelsea Green Publishing, 2004.
7. Costanza, R., Leemans, R., and Gaddis, E. (2007) Integrated Global Models. In: Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People. on Earth / W. Steffen (ed.).- Cambridge MA: MIT Press.- p. 417-446.
8. Meadows D.L. (2007) Evaluating Past Forecasts: Reflections on Critique of the Limits to Growth. In: Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People. on Earth / W. Steffen (ed.).- Cambridge MA: MIT Press.- p. 399-415.
9. Graham M. Turner A Comparison of the Limits to Growth with thirty Years of Reality / CSIRO Sustainable Ecosystems, (june 2008).- p. 49, GPO Box 284, Canberra ACT 2601 Australia. ISSN 1834-5638.
10. Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 1972 [Електронний ресурс]: Режим доступу <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentID=97>.



11. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 1972 [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentID=97&ArticleID=1503>.
12. Recommendations for action at the international level of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 1972 [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentID=97&ArticleID=1504&l=en>
13. World Commission on Environment and Development, Our Common Future Oxford: Oxford University Press, 1987.
14. Порядок денний на 21 століття, 358 с. (Agenda 21, 1992) [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://www.soborna.org.ua/development/documents/1293/>.
15. United Nations Millennium Declaration (Millennium Summit, New-York, 6-8 September 2000). - New-York: UN Department of Public Information, 2000.
16. Константинов В.Ю. Конференція ООН з навколишнього середовища і розвитку («Саміт Землі») – Ріо+20 // Українська дипломатична енциклопедія: У 2-х т. / Редкол.: Л.В. Губерський (голова) та ін. - К: Знання України, 2004. - Т.1. – 760 с..
17. Резолюція, прийнята Генеральною Асамблеєю 25 вересня 2015 року “Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року”/ Організація Об’єднаних Націй. - A/RES/70/1. – 38 с.
18. Асмолов В.Г., Боровой А.А., Демин В.Ф. Авария на ЧАЭС: год спустя / Докл. на Междунар. конф. по показателям и безопасности ядерной энергетики. – Вена, 1987. – 66 с.
19. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии: Науч. рук. Ю.А. Израэль. – Люксембург: Бюро по официальным изданиям Европейской Комиссии, 1996. – 108 с.
20. Василенко О.И. Радиационная экология. – М.: Медицина, 2004. – 216 с.
21. 20 років Чорнобильської катастрофи: Погляд у майбутнє: Національна доповідь до 20-річчя Чорнобильської катастрофи.– К.: Атіка, 2006.– 223 с.
22. Тридцять п’ять років Чорнобильської катастрофи: радіологічні та медичні наслідки, стратегії захисту та відродження: Національна доповідь України. - Київ, 2021. - 283 с.
23. Израэль Ю.А., Петров В.Н., Авдюшин С.М., Гасилина Н.К. Радиоактивное загрязнение природных сред в зоне аварии на ЧАЭС // Метеорология и гидрология. – 1987. - № 2. – С. 5 – 18.
24. Чернобыль: Радиоактивное загрязнение природных сред / Ю.А, Израэль, С.М. Вакуловский, Е.Д. Стукин и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 296 с.

25. Чернобыльська катастрофа: Під ред. В.Г. Бар'яхтара. – К.: Наукова думка, 1996. – 575 с.
26. Лисиченко Г.В. Атомная энергетика и окружающая среда. Раздел 3. Энергетика: история, настоящее и будущее. Часть 4. Возобновляемая энергетика. Функционирование и развитие энергетики в современном мире. Часть 5. Электроэнергетика и охрана окружающей среды.- Киев, 2010.— 612 с.
27. Клямкин С. Н. Водородная энергетика: достижения и проблемы / С.Н. Клямкин, Б.П. Тарасов // Возобновляемые источники энергии. Вып. 5: 6 Всерос. науч.-молодежная школа, Москва, 26-27 нояб. 2008 г. – М., 2008. – С. 147-157.
28. Мюррей Р. Цель - Zero Waste. (Перев. с англ.). - М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2004. - 232 с.
29. Вайцзеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. Затрат — половина, отдача — двойная. Новый доклад Римскому клубу. М.: Academia, 2000. 400 с.
30. Задорский В. Индустриальный симбиоз – путь решения экологических и энергетических проблем региона [Электронный ресурс]: Режим доступа <http://blog.liga.net/user/vzadorskiy/article/6371.aspx>.
31. Гершанок Г.А. Соціально-економічна та екологічна ємність території при оцінці стійкості її розвитку // Економіка регіону / Інститут економіки Уральського відділення РАН (Єкатеринбург) - 2006. - № 4. - С. 166-180.
32. Кутлахмедов Ю. А. Дорога к теоретической радиоэкологии. – К.: Фітосоціоцентр, 2015. – 360 с.
33. Гродзинський Д.М., Кутлахмедов Ю.О., Михеев О.М., Родіна В.В. Методи управління радіємністю екосистем / Під ред. акад. Д.М. Гродзинського. – Київ: Фітосоціонер, 2006. – 172с.
34. Поликарпов Г.Г., Цыцугина В.Г. Гидробионты в зоне влияния аварии на Кыштыме и в Чернобыле // Радиационная биология и радиоэкология, 1995.- Т.35. № 4.-С. 536-548.
35. Ядерная энергетика. Обращение с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами. Обзор по материалам зарубежной и отечественной печати / Под ред. И.М. Неклюдова.- Киев: Наукова думка, 2006.- 253 с.
36. Акимова Т. А., Хаскин В. В. Основы экоразвития: Учебное пособие. – М.: Изд-во. Рос. экон. акад., 1994. – 312 с.
37. Уранові руди України: геологія, використання, поводження з відходами виробництва / За ред. Г.В. Лисиченка.- Київ: Наукова думка, 2010.- 221 с.
38. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – К.: 1997. – 127 с.
39. Гудков І.М., Кашпаров В.О., Паренюк О.Ю. Радіоекологічний моніторинг: навчальний посібник. Київ, 2019. 188 с.

40. Дрозд И.П., Коваль Г.Н., Шитюк В. А. Способ экспрессного определения содержания изотопов / авторское свидетельство ДСП №1672838 СССР.
41. Бондарьков М.Д., Иванов Ю.И., Гаргер Е.К. и др. Радиоэкологический и радиобиологический мониторинг с целью реконструкции и прогнозирования последствий радиационной аварии // Винахідник і раціоналізатор, 2013. - №3.- С. 18-25.
42. Звіт ІЯД НАНУ про науково-дослідну роботу за темою “Оптимізація системи управління радіаційною безпекою та радіобіологічного моніторингу персоналу та населення за впливу підприємств і об’єктів атомно-промислового та ядерно-енергетичного комплексів України”, № держреєстрації 0116U004436.
43. Дрозд І.П., Олійник Ю.С., Сова О.А. Оцінка радіоекологічної місткості територій в ареалі впливу об’єктів ядерного паливного циклу // Ядерна фізика та енергетика, 2017. - Т. 18, № 2. - С. 188-193.
44. Дрозд І.П., Липська А.І. Основні проблеми на шляху України до сталого розвитку // “Екологічна наукова діяльність: в концепції сталого розвитку”. Збірник статей науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Житомир, 4 грудня 2018. Житомир: Вид-во ЕЦ «Укрекобіокон», 2018. – С. 86-92.

#### Додаткова (Д)

1. Mathis Wackernagel et. al., “Tracking the Ecological Overshoot on the Human Ecology” Proceedings of the Academy of Science 99, № 14 (2002): p. 9266-9271; [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.pnos.org/cgi/doi/10.1073/pnos.142033699>.
2. Tinbergen J. Foreword // Meadows D. Beyond the Limits: Global Collapse or Sustainable Future. - London, 1992.
3. European Strategy of Sustainable Development [Електронний ресурс]: Режим доступу [http://europedia.moussis.eu/books/Book\\_2/5/16/02/index.tkl?all=1&pos=210](http://europedia.moussis.eu/books/Book_2/5/16/02/index.tkl?all=1&pos=210).
4. Національні стратегії сталого розвитку [Електронний ресурс]: Режим доступу: [http://www.un.org/esa/dsd/dsd\\_aofw\\_ni/ni\\_index.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ni/ni_index.shtml).
5. Трегобчук В. Концепція сталого розвитку для України // Вісник НАН України. – 2002. – № 2. – С. 33–34.
6. Волошин В., Трегобчук В. Концептуальні засади сталого розвитку регіонів України // Регіональна економіка. – 2002. – № 1. – С. 8.
7. Данилишин Б. М., Шостак Л. Б. Устойчивое развитие в системе природно-ресурсных ограничений. – К.: СОПС Украины НАНУ, 1999. – С. 10.
8. Руденко Л. Г., Горленко И. А., Олещенко В. И. Украина на пути к устойчивому развитию (геоэкологические аспекты). – К.: ИГ НАНУ,

2000. – С. 4.
9. Про Концепцію переходу України до сталого розвитку. Проект Постанови Верховної Ради України № 5749 від 02.07.2004 р. [Електронний ресурс]: Режим доступу: [http://gska2.rada.gov.ua/pls/zweb\\_n/webproc4\\_1?id=&pf3511=18607](http://gska2.rada.gov.ua/pls/zweb_n/webproc4_1?id=&pf3511=18607).
  10. Яцкевич В. Проблема “Меж зростання” і системна оптимізація // Економіка України, 2006. - №3. - С. 4-11.
  11. Мацевитий Ю.М., Соловей В.В. Перспективи енерго- і ресурсозбереження на основі інтеграційної моделі розвитку територіально-промислових комплексів [Електронний ресурс]: Режим доступу [https://intranet.nas.gov.ua/programs/hydrogen/UA/Projects/Partition1/20/Documents/2010\\_6.pdf](https://intranet.nas.gov.ua/programs/hydrogen/UA/Projects/Partition1/20/Documents/2010_6.pdf).
  12. Кутлахмедов Ю. О., Родіна В. В., Матвеева І. А. Теорія радіємності і моделі надійності при оцінці екологічних ризиків в екосистемах // Екологічна безпека, 2011. - № 2(12). - С. 133-136.
  13. Amiro B.D. (1992) Radiological Dose Conversion Factors for Generic Non-human Biota. Used for Screening Potential Ecological Impacts // J. Environ. Radioactivity, 35(1): 37-51.
  14. Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя Донелла Медоуз, Йорген Рандерс, Деннис Медоуз. - М.: ИКЦ “Академкнига”. - 2007. - 342 с.
  15. Денисенко Т.В. Экологическая емкость территории: проблемы оценки и управления // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2007. – Т. 6. – С. 238 – 241.
  16. Замкнутый ядерный топливный цикл [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://science.spb.ru/files/tehplatformy/neutron/presentation/files/assets/common/publication.pdf>.
  17. Добыча и переработка урановых руд: монография / под общ. ред. А.П. Чернова / К.: Адер-Украина, 2001. – 238 с.
  18. Коваленко Г.Д., Дурасова Н.С. Оценка радиационной безопасности хвостохранилищ Приднепровского химического завода для населения // Ядерная и радиационная безопасность, 2015. - №3. – С. 49-53.
  19. Дворецкий А.І., Ляшенко В.І., Топольський Ф.Ф., Коваленко Г.Д. Вплив уранової промисловості на стан довкілля та населення // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2018. - №4. – С. 99-109.
  20. Максимов М.Т., Оджагов Г.С. Радиоактивные загрязнения и их измерение. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 154 с.
  21. Реферат циклу наукових праць “Радіоекологічний та радіобіологічний моніторинг з метою реконструкції та прогнозування наслідків радіаційної аварії” [Електронний ресурс] Режим доступу: [www.kdpu-nt.gov.ua](http://www.kdpu-nt.gov.ua). Далі шукати: “архів, 2013 рік, робота Р39\_2, реферат

### III. ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

#### МЕТА ТА МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЛЕКЦІЙ

Проведення лекційних занять націлено на донесення загальних знань та побудову теоретичних методів по дисципліні, на сприяння розвитку у аспірантів розумової діяльності і розширення світогляду.

**Розділ (змістовний модуль) 1.** Основні теоретичні положення та проблеми сталого розвитку людства

#### Заняття 1. Тема 1. Екологічний слід.

План.

1. Мета, завдання та структура курсу.
2. Екологічність середовища.
3. Екологічна стійкість.
4. Поняття про екологічний слід.
5. Метод розрахунку екологічного сліду.
6. Екокалькулятор.
7. Індивідуальний екологічний слід.

#### *Література*

О [1-3]

Д [1]

#### Заняття 2. Тема 2. Сталий розвиток суспільства. Безальтернативність переходу розвитку людської цивілізації на засади сталого розвитку.

План.

1. Поняття сталого розвитку суспільства.
2. Перша парадигма сталого розвитку.
3. Триєдиність парадигми сталого розвитку.
4. “Системна динаміка” Джея Форрестера.
5. Доповідь Римському клубу “Межі зростання”.
6. “Поза межами”.
7. “Межі зростання – 30 років потому”. Стокгольмська декларація 1972 р.
8. Звіт ООН про стан довкілля “Наше спільне майбутнє”.
9. Конференція ООН з довкілля та розвитку в Ріо-де-Жанейро.
10. “Порядок денний на 21 століття”.
11. “Декларація тисячоліття”.
12. Світовий Саміт із сталого (збалансованого) розвитку 2002 року (Ріо+10).

#### *Література*

О [4-7,11-17, 44]

Д [1,3-7,9,10,14]

### **Заняття 3. Тема 3. Неготовність сучасного людства до сприйняття парадигми сталого розвитку.**

План.

1. Неможливість впровадження в практику першої парадигми сталого розвитку.
2. Пошук шляхів впровадження ідеї сталого розвитку у державні структури країн світу.
3. Українські особливості стратегії сталого розвитку.
4. Генеральна Асамблея ООН 2015 р. “Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року”.
5. Прийняття нової парадигми сталого розвитку.
6. Деталізація сфери сталого розвитку.

#### ***Література***

1. [8-10]
2. [2-17]

### **Заняття 4. Тема 4. Розвиток ядерних технологій і сталий розвиток**

План.

1. Ядерні технології як джерела забруднення довкілля.
2. Штатні викиди і скиди радіоактивних речовин із виробничих об’єктів ЯПЦ.
3. Проблема ядерних відходів в Україні.
4. Проблеми безпеки ядерних об’єктів.
5. Пошук альтернативних енергетичних джерел.
6. “Зелена” енергетика. Плюси і мінуси.
7. Воднева енергетика.
8. Водневмісні відходи виробництва та споживання як джерело водню.

#### ***Література***

- О [19-29]  
Д [16-20]

### ***Розділ (змістовний модуль) 2. Радіоекологічна ємність довкілля***

### **Заняття 5. Тема 5. Основні поняття екологічної та радіоекологічної ємності довкілля.**

План.

1. Поняття екологічної ємності.
2. Радіоекологічна ємність. Фактор радіоемності.
3. Радіоекологічна ємність довкілля за Кутлахмедовим Ю.О.
4. Сучасні екологічні концепції.
5. Індустріальний симбіоз.
6. Концепція “Zero Waste”.

7. Основна мета визначення радіоекологічної ємності екосистеми.

***Література***

О [30-33, 43]

Д [12,13,15]

**Заняття 6. Тема 6. Об'єкти ядерного паливного циклу і їх вплив на довкілля.**

План.

1. Ядерний паливний цикл (ЯПЦ).
2. Особливості ЯПЦ України.
3. Вплив об'єктів ЯПЦ на довкілля.
4. Реакція біоценозів на радіаційний вплив об'єктів ЯПЦ.
5. Гранично допустимі дози опромінення різних представників біоти та людини.

***Література***

О [19,21,22,25,26,34,35,37,38]

Д [16-21]

**Заняття 7. Тема 7. Методи оцінки радіоекологічної ємності довкілля в ареалі впливу об'єктів ядерного паливного циклу.**

План.

1. Мета оцінки екологічної ємності довкілля.
2. Методика Акімової Т.А. і Хаскіна В.В.
3. Метод оцінки радіоемності за величиною дозових навантажень на компоненти біоти (метод Агре).
4. Недоліки існуючих методик оцінки радіоемності довкілля.
5. Концептуальні основи оцінки радіоемності території у контексті гарантування безпеки людини.
6. Особливості оцінки радіоемності території при виборі майданчика для проектування та побудови об'єкта ЯПЦ.

***Література***

О [31,33,34,36,43]

Д [12,13,15]

***Розділ (змістовний модуль) 3. Радіаційна ситуація в Україні. Новітні методи вимірювань в радіоекології.***

**Заняття 8. Тема 8. Джерела радіоактивного забруднення довкілля в Україні.**

План.

1. Природний радіаційний фон і його складові.

2. Технологічні викиди та скиди об'єктів ЯПЦ.
3. Хвостосховища уранозбагачувальних підприємств.
4. Проблема радону.
5. Радіоактивне забруднення територій внаслідок чорнобильської катастрофи.
6. Техногенно підсилені джерела іонізуючих випромінювань.

### *Література*

О [19,21-26,35,37,38]

Д [16-21]

### **Заняття 9. Тема 9. Інтенсивність радіоактивного забруднення територій від природних та техногенних джерел.**

План.

1. Природний радіоактивний фон.
2. Допустимі викиди та скиди виробничих об'єктів ЯПЦ за їх штатної роботи.
3. Передбачувана (проектна) аварія на радіаційно-небезпечному об'єкті. Можливі (передбачувані) рівні радіоактивного забруднення довкілля.
4. Радіоактивне забруднення територій після аварії на ЧАЕС.

### *Література*

О [19-26,35,37,38]

Д [16-21]

### **Заняття 10. Тема 10. Експрес-методи вимірювання вмісту “чистих” альфа- та бета-випромінювачів в об'єктах довкілля та живих організмах.**

План.

1. Інноваційні методи моніторингу біооб'єктів та довкілля в радіоекології.
2. Вимірювання вмісту “чистих” бета-випромінюючих радіоізотопів в біооб'єктах і об'єктах довкілля за їх рентгенівським та тормозним випромінюванням із застосуванням гамма-спектрометрів.
3. Ядерно-спектроскопічні методи експресних вимірювань вмісту  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238-240}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$  в об'єктах довкілля.
4. Експрес-метод одночасного апаратурного вимірювання вмісту  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  у зразках навколишнього середовища.
5. Неінвазивний експрес-метод прижиттєвого вимірювання вмісту  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  в організмі дрібних тварин.

### *Література*

О [39-41]

Д [20,21]



## IV. ПЛАН ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

### МЕТА ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Семінарські заняття є сполучною ланкою між лекційними заняттями та самостійною роботою і мають на меті поглиблене засвоєння теоретичних понять, термінів і моделей з дисципліни та набуття практичних навиків розв'язання задач.

В процесі семінарських занять з'ясовується ступінь засвоєння понятійно-термінологічного апарату та основних положень предмету, вміння розкривати конкретну тему, аналізувати і узагальнювати ключові питання курсу, робити числові оцінки, розв'язувати задачі.

Одним з важливих завдань проведення занять є отримання аспірантами навиків публічних виступів і дискусій.

### ЗМІСТ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

*Передбачаються такі види аудиторної роботи:*

- розгляд і обговорення теоретичного матеріалу за переліком контрольних питань за відповідними темами лекційних занять та питань для самостійного опрацювання;
- проведення семінарів з публічними виступами та доповідями за рефератами, підготовленими аспірантами самостійно за рекомендованою тематикою;
- розв'язування задач аналітичного характеру;
- розв'язування задач обчислювального характеру;
- проведення колоквиумів для засвоєння теоретичного матеріалу;
- виконання контрольних робіт за індивідуальним завданням;
- перевірка практичних завдань, виконаних аспірантами під час самостійної роботи;
- проведення консультацій з дисципліни;

#### **Заняття 1. Тема 1. Екологічний слід.**

Контрольні запитання:

1. Матіс Вакернагель, хто це?
2. Що таке екологічний слід?
3. Одиниці виміру екологічного сліду.
4. Структура екологічного сліду.
5. Як вимірюється величина екологічного сліду?
6. Методи розрахунку екологічного сліду.

Питання для самостійного поглибленого вивчення (теми доповідей):

1. Динаміка зміни екологічного сліду з часом.
2. Екологічні сліди різних країн.

3. Екологічні сліди міст.
4. Екологічний слід на індивідуальному рівні. Як мінімізувати?
5. Екологічний калькулятор.

### *Література*

О [1-3]

Д [1]

### **Заняття 2. Тема 7. Методи оцінки радіоекологічної ємності довкілля в ареалі впливу об'єктів ядерного паливного циклу.**

Контрольні запитання:

1. Екологічна ємність території.
2. Радіаційна ємність території.
3. Радіоемність території в ареалі впливу об'єктів ЯПЦ.
4. Методи оцінки екологічної ємності території.
5. Методи оцінки радіоемності території.
6. Особливості оцінки радіоемності в місцях проектування нових об'єктів ЯПЦ.

Питання для самостійного поглибленого вивчення (теми доповідей):

1. Недоліки існуючих методів оцінки радіоемності території.
2. Оцінка екологічної ємності території за методикою Акімової та Хаскіна.
3. Оцінка екологічної ємності території за методикою Мозгової.
4. Оцінка радіоемності за методом Агре.
5. Оцінка радіоемності за методом Кутлахмедова.
6. Оцінка радіоемності в місцях проектування майбутніх об'єктів ЯПЦ.

### *Література*

О [31-33,36,42,43]

Д [12,15]

### **Заняття 3-6. Тема 10. Експрес-методи вимірювання вмісту “чистих” альфа- та бета-випромінювачів в об'єктах довкілля та живих організмах\*.**

Контрольні запитання:

1. Гамма-спектрометрія.
2. Бета-спектрометрія “тонких” і “товстих” проб.
3. Особливості альфа-спектрометрії.
4. Методи апаратурного вимірювання вмісту “чистих” бета-випромінювачів в мінеральній речовині та біозразках.
5. Прижиттєве неінвазивне апаратурне вимірювання вмісту “чистих” бета-випромінювачів в організмі дрібних тварин.
6. Експрес-методи вимірювання вмісту альфа-випромінюючих радіоіотопів у мінеральних зразках і біоті.

Питання для самостійного поглибленого вивчення (теми доповідей):

1. “Тонкі” та “товсті” проби.
2. Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною.
3. Тормозне та характеристичне випромінювання.
4. Гамма випромінювання ізотопів урану та трансуранових елементів.
5. Детектори випромінювань.
6. Неінвазивне апаратурне вимірювання вмісту гамма-випромінюючих радіоізотопів в організмі дрібних тварин.
7. Інноваційні неінвазивні експрес-методи вимірювання вмісту “чистих” бета-випромінювачів у мінеральних зразках і біоті без радіохімічного виділення.
8. Калібровка радіометричних вимірювальних комплексів.

### *Література*

Основна: [38-41]

Додаткова: [20,21]

\* З метою отримання практичних навиків роботи з інноваційними вимірювальними комплексами за даною темою проводяться 4 заняття.

## V. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

### МЕТА І ЗАВДАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Головна мета проведення самостійної роботи полягає у необхідності більш широкого огляду тематики курсу з використанням матеріалів підручників, періодичних видань, наукових праць, монографій з окремих питань дисципліни.

Важливою складовою самостійної роботи аспірантів є виконання індивідуальних робіт.

Виконання індивідуальних робіт має на меті:

- закріплення знань теоретичного курсу;
- набуття навичок опрацювання наукової літератури (монографій, наукових статей);
- напрацювання вмінь та навичок розв’язування задач;
- навчання ефективному використанню довідників, енциклопедій (включно з on-line інформацією) і т. ін.

### ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ теми	Завдання	Література	Форма контролю
1	Екологічний слід. Історія. Матіс Вакернагель. Структура екологічного сліду. Динаміка зміни екологічного сліду у часі. Екологічний слід різних країн. Екологічний слід міст. Як мінімізувати індивідуальний екологічний слід.	О [1-3]	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії з відеодемонстрацією наочних прикладів, перевірка самостійно виконаних завдань.

2	<p>Сталий розвиток суспільства. Безальтернативність переходу розвитку людської цивілізації на засади сталого розвитку.</p> <p>26 принципів Стокгольмської декларації (1972).</p> <p>План дій для довкілля людини (1972).</p> <p>Генеральна Асамблея ООН 2015 р. “Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року”.</p>	О [11-13,18]	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії з відеодемонстрацією наочних прикладів, перевірка самостійно виконаних завдань.
3	<p>Неготовність сучасного людства до сприйняття парадигми сталого розвитку.</p> <p>Парадигма сталого розвитку - чергова утопія 20-го століття.</p> <p>Необхідність перегляду основ парадигми сталого розвитку.</p> <p>Новий підхід до формулювання ідеології сталого розвитку суспільства.</p> <p>17 Глобальних цілей сталого розвитку.</p>	О [18] Д [4-10,14]	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії з відеодемонстрацією наочних прикладів, перевірка самостійно виконаних завдань

4	<p>Розвиток ядерних технологій і сталий розвиток.</p> <p>Ядерні технології як джерела забруднення довкілля.</p> <p>Штатні викиди і скиди радіоактивних речовин з виробничих об'єктів ЯПЦ.</p> <p>Проблема ядерних відходів в Україні.</p> <p>Проблеми безпеки ядерних об'єктів.</p> <p>“Зелена” енергетика. Плюси і мінуси.</p> <p>Воднева енергетика.</p>	<p>О [21,26,27,35] Д [8,21]</p>	<p>Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії з відеодемонстрацією наочних прикладів, перевірка самостійно виконаних завдань</p>
5	<p>Основні поняття екологічної та радіоекологічної ємності довкілля.</p> <p>Радіоекологічна ємність.</p> <p>Сучасні екологічні концепції.</p> <p>Концепція “Zero Waste”.</p> <p>Основна мета визначення радіоекологічної ємності екосистеми.</p>	<p>О [28-35,42,43] Д [12.15]</p>	<p>Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії з відеодемонстрацією наочних прикладів, перевірка самостійно виконаних завдань</p>

6	<p>Об'єкти ядерного паливного циклу і їх вплив на довкілля.</p> <p>Особливості ЯПЦ України.</p> <p>Повний та неповний ядерно-паливний цикл.</p> <p>Видобуток урану і екологічні проблеми.</p> <p>Збагачення урану. Хвостосховища та шламонакопичувачі.</p> <p>Атомні електростанції. Планові викиди і скиди.</p> <p>Аварії на АЕС.</p> <p>Проблеми відходів АЕС.</p>	О [19,21-26,35,37] Д [16-21]	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії з відеодемонстрацією наочних прикладів, перевірка самостійно виконаних завдань
7	<p>Методи оцінки радіоекологічної ємності довкілля в ареалі впливу об'єктів ядерного паливного циклу.</p> <p>Мета оцінки екологічної ємності довкілля.</p> <p>Оцінка екологічної ємності території за методикою Мозгової.</p> <p>Метод оцінки радіоемності за величиною дозових навантажень на компоненти біоти (метод Агре).</p> <p>Оцінка радіоемності за методом Кутлахмедова.</p> <p>Особливості оцінки радіоемності території при виборі майданчика для проектування та побудови об'єкта ЯПЦ.</p>	О [31-33,42] Д [12,15]	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, розв'язування задач в аудиторії, перевірка самостійного розв'язання задач.

8	<p>Джерела радіоактивного забруднення довкілля в Україні.</p> <p>Складові природного радіаційного фону.</p> <p>Хвостосховища уранозбагачувальних підприємств.</p> <p>Проблема радону.</p> <p>Техногенно підсилені джерела іонізуючих випромінювань.</p>	<p>О [25,26,38] Д [16-21]</p>	<p>Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії з відеодемонстрацією наочних прикладів, перевірка самостійно виконаних завдань</p>
9	<p>Інтенсивність радіоактивного забруднення територій від природних та техногенних джерел.</p> <p>Допустимі викиди та скиди виробничих об'єктів ЯПЦ за їх штатної роботи.</p> <p>Передбачувана (проектна) аварія на радіаційно-небезпечному об'єкті.</p> <p>Можливі (передбачувані) рівні радіоактивного забруднення довкілля.</p>	<p>О [26,38]</p>	<p>Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, перевірка самостійно виконаних завдань</p>



10	<p>Експрес-методи вимірювання вмісту “чистих” альфа- та бета-випромінювачів в об’єктах довкілля та живих організмах.</p> <p>Вимірювання вмісту ”чистих” бета-випромінюючих радіоізотопів в біооб’єктах і об’єктах довкілля за їх рентгенівським та тормозним випромінюванням із застосуванням гамма-спектрометрів.</p> <p>Експрес-метод одночасного апаратурного вимірювання вмісту <math>^{90}\text{Sr}</math> та <math>^{137}\text{Cs}</math> у зразках навколишнього середовища.</p> <p>Неінвазивний експрес-метод прижиттєвого вимірювання вмісту <math>^{90}\text{Sr}</math> та <math>^{137}\text{Cs}</math> в організмі дрібних тварин.</p>	О [40,41] Д [21]	Опитування, перевірка конспекту, виступи в аудиторії, вивчення робочих інструкцій для роботи з інноваційними спектрометричними комплексами, перевірка самостійно виконаних завдань
----	---	---------------------	--

### ОБСЯГ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Підготовка до поточних семінарських занять	10
2.	Виконання поточних практичних завдань	10
3.	Опанування матеріалів лекцій та додаткових питань із застосування основної та додаткової літератури	30
4.	Індивідуальні консультації з викладачем	5
5.	Підготовка до складання іспиту	5
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>60</b>

### Завдання (задачі, вправи) для самостійної роботи

1. Користуючись екокалькулятором, оцінити власний екологічний слід за минулий рік.
2. Оцінити радіємність місця Вашого проживання за методом Ю.О. Кутлахмедова.
3. На підставі оцінки радіємності оцінити можливість проектування сховища тривалого зберігання відпрацьованого ядерного палива, місткістю 1000 Кі на відстані 10 км від Києва.

4. Розрахувати допустимий викид радіоізотопів у повітря за штатної роботи дослідного атомного реактора ВВР-М ІЯД НАН України.

### Теми для рефератів та доповідей

1. Екологічний слід – пересторога людству.
2. Як можна обмежити зростання індивідуального екологічного сліду.
3. Необхідність перегляду основ парадигми сталого розвитку суспільства.
4. Новий підхід до формування ідеології сталого розвитку суспільства.
5. 17 глобальних цілей сталого розвитку.
6. Ядерні технології як джерела забруднення довкілля.
7. “Зелена” енергетика. Плюси і мінуси.
8. Перспективи розвитку водневої енергетики.
9. Екологічна ємність довкілля.
10. Сучасні екологічні концепції.
11. Радіоекологічна ємність довкілля.
12. Видобуток урану і екологічні проблеми.
13. Збагачення урану. Хвостосховища і шламонакопичувачі.
14. Атомні електростанції. Технологічні викиди та скиди радіоізотопів у довкілля.
15. Проблеми аварійності на АЕС.
16. Методи оцінки екологічної ємності довкілля.
17. Методи оцінки радіоекологічної ємності довкілля.
18. Особливості оцінки радіоємності при виборі майданчика для проектування та побудови об’єкта ЯПЦ.
19. Техногенні джерела радіоактивного забруднення довкілля в Україні.
20. Проблема радону в Україні.
21. Допустимі викиди та скиди радіоактивних речовин за штатної роботи АЕС.
22. Вимірювання вмісту “чистих” бета-випромінюючих радіоізотопів в біооб’єктах і об’єктах довкілля за їх рентгенівським та тормозним випромінюванням із застосуванням гамма-спектрометрів.
23. Неінвазивний експрес-метод прижиттєвого вимірювання вмісту  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$  в організмі дрібних тварин.
24. Експрес-метод вимірювання вмісту альфа-випромінюючих радіоізотопів у мінеральних зразках і біоті.

## **VI. ФОРМИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

### **МЕТА І ФОРМИ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ**

Мета поточного контролю – оцінити ступінь засвоєння теоретичного і практичного матеріалу та рівень знань аспірантів з відповідних розділів дисципліни.

*Рівень поточних знань оцінюється в балах по кожному із передбачених видів практичних завдань окремо:*

- володіння теоретичним матеріалом;
- розуміння сутності явищ;
- вміння робити оцінки за порядком величин;
- розв’язання задач аналітичного характеру;
- розв’язання задач обчислювального характеру.

Згідно до методики рейтингової оцінки поточний рейтинг аспіранта розраховується як сума балів за всіма видами практичних завдань, колоквиуму та контрольної роботи (плюс показники відвідування лекційних та практичних занять) і нараховується протягом семестру.

Аспіранти, поточні знання яких оцінені на “незадовільно з обов’язковим поаторним вивченням курсу” (1-34 балів), вважаються не атестованими і до іспиту з дисципліни не допускаються. Аспіранти, які за роботу в семестрі набрали 35-59 балів мають право на перескладання.

### **МЕТА І ФОРМИ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ**

Підсумковий контроль знань здійснюється наприкінці семестру шляхом складання іспиту.

До складання іспиту допускаються аспіранти, які мають необхідний рівень поточних знань.

Іспит проводиться в змішаній формі по завданнях, які складені на основі програми курсу та мають однаковий рівень складності. На підготовку відводиться 1 академічна година. Під час проведення іспиту дозволяється користуватися конспектом.

### **ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ**

1. Сталий розвиток.
2. Екологічний слід.
3. Межі зростання.
4. Поза межами.
5. Межі зростання – 30 років потому.
6. Стокгольмська декларація.
7. План дій для довкілля людини.

8. Світова стратегія збереження.
9. “Наше спільне майбутнє”.
10. “Порядок денний на 21 століття”.
11. “Саміт тисячоліття”(Ріо+10).
12. Доктрина сталого розвитку.
13. Національні стратегії сталого розвитку.
14. “Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року”.
15. Екологічна ємність довкілля.
16. Аналіз методик оцінки екологічної ємності довкілля.
17. Фактор радіємності.
18. Радіємність екосистеми.
19. Методики оцінки радіємності довкілля.
20. Радіємність як функція дозового навантаження.
21. Радіємність територій в ареалі впливу об’єктів ядерного паливного циклу.
22. Оцінка радіємності у місцях проектування нових об’єктів ядерного паливного циклу.
23. Головні джерела природної радіоактивності на території України.
24. Головні техногенні джерела іонізуючого випромінювання в Україні.
25. Географія радіоактивного забруднення довкілля в Україні.
26. Особливості радіоактивного забруднення території України внаслідок чорнобильської катастрофи.
27. Плямістість забруднення радіонуклідами.
28. Географія радіоактивного забруднення водних екосистем України.
29. Радіоактивне забруднення води дніпровського каскаду.
30. Сучасний радіаційний стан і структура зони відчуження ЧАЕС.
31. Експресні апаратурні методи вимірювання вмісту “чистих” бета-та альфа-випромінювачів у зразках елементів довкілля.
32. Неінвазивні апаратурні експрес-методи прижиттєвого вимірювання вмісту “чистих” бета-випромінювачів в організмі дрібних тварин.

## VII. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ І ВМІНЬ АСПІРАНТІВ, УМОВИ ВИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО РЕЙТИНГУ

Рівень поточних знань аспірантів оцінюється відповідно до методики рейтингової оцінки. Сутність методики полягає у визначенні поточного рейтингу аспіранта, що розраховується як сума балів за всіма видами практичних завдань та результатами самостійної роботи і нарощується протягом семестру.

<i>Вид роботи</i>	<i>Обсяг за семестр</i>	<i>Максимальна кількість балів за виконану роботу</i>
<i>Теоретичне питання (просте)</i>	<i>3</i>	<i>Кожна правильна і змістовна відповідь - 1 бал. Всього за семестр – 3 бали.</i>
<i>Теоретичне питання (ускладнене)</i>	<i>4</i>	<i>Кожна правильна і змістовна відповідь - 2 бали. Всього за семестр – 8 балів</i>
<i>Розв'язування задач</i>	<i>2</i>	<i>Кожне правильне розв'язання – 5 балів. Всього за семестр – 10 балів</i>
<i>Проведення колоквиуму та контрольної роботи</i>	<i>1</i>	<i>Кожне правильне розв'язання завдання – 5 балів. Всього за колоквиум та контрольну роботу – 10 балів</i>
<i>Відвідування лекцій</i>	<i>24</i>	<i>Кожна відвідана лекція – 1 бал. Всього за семестр – 24 балів</i>
<i>Відвідування семінарів</i>	<i>5</i>	<i>Кожний відвіданий семінар – 1 бал. Всього за семестр – 5 балів</i>
<i>Сукупний рейтинг</i>		<i>60 балів</i>

### КРИТЕРІЇ СКЛАДАННЯ ІСПИТУ

Кожне завдання для проведення іспиту має бути однакової складності. Зміст питань та завдань має бути розрахований на письмову підготовку аспіранта протягом однієї академічної години.

*Максимальна кількість балів на проведення підсумкового контролю – 40.*  
Критерії оцінки підсумкових знань при складанні іспиту наведені в таблиці.

#### *Критерії складання іспиту*

<i>Характеристика відповіді по варіанту</i>	<i>Максимальна кількість балів</i>
<i>Зміст 2-х теоретичних питань розкрито повністю і в розгорнутому вигляді</i>	<i>30</i>
<i>Вірні відповіді на тести /додаткові питання чи розв'язок задачі</i>	<i>10</i>
<i>ВСЬОГО</i>	<i>40 балів</i>

За результатами складання іспиту якість підсумкових знань аспіранта оцінюється за рейтинговою системою та трансформується в національну шкалу та шкалу ECTS.

**Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої  
100-бальної університетської шкали оцінювання в національну  
4-бальну шкалу та шкалу ECTS**

За шкалою університету	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Іспит	Залік	
90 – 100	5 (відмінно)	Зараховано	A (відмінно)
82 – 89	4 (добре)		B (дуже добре)
75 – 81			C (добре)
69 – 74	3 (задовільно)		D (задовільно)
60 – 68			E (достатньо)
35 – 59	2 (незадовільно)	Не зараховано	FX (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 34			F (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)