

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Навчально-науковий медичний інститут

Кафедра екології



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

Котляр Ю.В.

2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СИСТЕМНА РАДІОЕКОЛОГІЯ І МОДЕЛЮВАННЯ

Спеціальність: Е2 Екологія

Розробники

Григор'єва Л.І.

Завідувач кафедри екології

Григор'єва Л.І.

Гарант освітньої програми

Григор'єва Л.І.

Директор НН Медичного інституту

Кузнецова О.А.

Начальник НМВ

Постикіна Є. Г.

Миколаїв – 2025 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни
Найменування дисципліни	Системна радіоекологія і моделювання
Галузь знань	Е – Природничі науки, математика і статистика
Спеціальність	Е2 Екологія
Освітня програма	Екологія
Рівень вищої освіти	PhD
Статус дисципліни	Нормативна
Курс навчання	II
Навчальний рік	2025-2026
Номер семестру:	2
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	4 кредитів / 120 годин
Структура курсу:	Денна форма
– лекції	– 20
– групові заняття	– 20
– півгрупові заняття	
– годин самостійної роботи студентів	– 80
Відсоток аудиторного навантаження	33
Мова викладання	українська
Форма підсумкового контролю	Іспит

2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Освітня компонента «Системна радіоекологія і моделювання» входить до блоку освітніх компонент професійної підготовки в системі підготовки PhD за спеціальністю E2 Екологія.

Метою ОК «Системна радіоекологія і моделювання» є оволодіння здобувачами теоретичними знаннями і практичними навичками застосування методів моделювання при розв'язку сучасних завдань радіаційної екології, формування у студентів навичок розв'язку радіоекологічних задач за допомогою методів моделювання. Це має сприяти формуванню здатності до самостійної науково-дослідницької, науково-організаційної та практичної діяльності.

Предметом цієї ОК є система методів моделювання, які використовуються у радіоекологічних дослідженнях.

Програмними завданнями є:

- отримання знань щодо застосування системного підходу до дослідження радіаційного стану екосистеми та при оцінці її надійності, сталості та кондиціонування;
- оволодіння методами радіоекологічних, радіаційно-гігієнічних досліджень, оцінки радіаційного ризику;
- отримання практичних навичок щодо оцінювання стану екосистем через показники радіоємності екосистеми;
- отримання знань щодо методів моделювання в радіоекології, щодо побудови динамічних і стаціонарних моделей екосистем;
- формування знань щодо задіяння контрзаходів для дезактивації, біоремедіації та біорекультивації порушених екосистем
- формування вмінь використання отриманих знань у практичній діяльності, в організації дослідницької діяльності.

Очікувані результати навчання полягають в:

- оволодінні наступними компетентностями (відповідно до Освітньо-наукової програми¹):

Загальні компетентності	
ЗК01	Здатність працювати у міжнародному контексті
ЗК02	Здатність розв'язувати комплексні проблеми на основі системного наукового та загальнокультурного світогляду із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.
Спеціальні (фахові) компетентності	
СК01	Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері екології та дотичних до неї

¹ ОСВІТНЬО – НАУКОВА ПРОГРАМА «Екологія» НУ імені Петра Могили

<https://chmnu.edu.ua/navchalno-metodichne-zabezpechennya-9/>

	міждисциплінарних напрямках, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.
СК03	Здатність застосовувати сучасні інструменти, електронні інформаційні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності, зокрема для моделювання процесів та прийняття оптимальних рішень у сфері екології, охорони природи та раціонального природокористування.
СК05	Здатність використовувати сучасні методи оцінювання стану екосистем для розв'язання комплексних природоохоронних задач у галузі екології.
СК06	Здатність до використання сучасних методів аналізу якості довкілля та його компонент, необхідних для проведення наукових досліджень, спрямованих на розв'язання екологічних проблем у сфері екології, охорони довкілля та оптимізації природокористування.

– досягнення програмних результатів навчання:

РН01	Глибоко розуміти концептуальні принципи та методологію природничих наук, формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання з метою розв'язання значущих наукових та науково-прикладних проблем екології.
РН02	Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з екології, охорони довкілля та оптимізації природокористування з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
РН03	Вільно презентувати та обговорювати державною та іноземною мовами з дотриманням норм академічної етики результати досліджень, наукові та прикладні проблеми з екології, охорони довкілля та оптимізації природокористування, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних вітчизняних та міжнародних наукових виданнях.
РН07	Мати сучасні концептуальні знання та високий методологічний рівень у сфері екології та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень.
РН08	Вміти використовувати сучасні методи оцінювання стану екосистем для розв'язання комплексних природоохоронних задач у галузі екології.
РН09	Вміти використовувати сучасні методи аналізу якості довкілля та його компонент, необхідних для проведення наукових досліджень, спрямованих на розв'язання екологічних проблем у сфері екології, охорони довкілля та оптимізації природокористування.

3. Програма навчальної дисципліни

№ теми	Теми	Лекції	Практичні (семінарські, лабораторні, півгрупові)	Самостійна робота
1	2	3	4	5
Змістовний модуль 1. Системний підхід і моделювання в радіоекології				
1.1.	Системний аналіз в дослідженні екосистем. Надійність і стійкість екосистем.	4	2	10
1.2.	Моделювання в радіоекології.	4	4	20
Змістовний модуль 2. Радіоємність екосистем. Прогнозування й контрзаходи.				
2.1.	Радіоємність як міра надійності й стійкості екосистеми. Моделювання радіоємності.	6	6	30
2.2.	Радіоекологія територій поблизу АЕС і контрзаходи в радіоекології.	6	8	20
Всього за курсом		20	20	80

Розділ 4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій

№ з/п	Тема заняття / план	Години
	Тема 1.1. Системний аналіз в дослідженні екосистем. Надійність і стійкість екосистем.	
1.	Основні поняття, склад, структура та закони функціонування екологічних систем. Системний аналіз в дослідженні екосистем.	2
2.	Надійність і стійкість екосистем. Роль біоти у підтриманні надійності екосистеми	2
	Тема 1.2. Моделювання в радіоекології	
3.	Моделювання розсіювання у довкіллі радіоактивних домішок при їх викидах й скидах	2
4.	Камерні моделі в екології і моделювання дозоформуючих шляхів опромінення людини	2
	Тема 2.1. Радіоемність як міра надійності й стійкості екосистеми. Моделювання радіоемності.	
5.	Моделювання радіоемності для водних екосистем.	2
6.	Моделювання радіоемності для наземних екосистем.	2
7.	Моделювання радіоемності для екосистеми міста.	2
	Тема 2.2. Радіоекологія територій поблизу АЕС і контрзаходи в радіоекології.	
8	Радіоекологія територій поблизу АЕС. Екологічне нормування.	2
9.	Зонування дозового впливу на екосистеми. Екологічне нормування для екосистем.	2
10.	Контрзаходи в радіоекології. Оцінка ефективності контрзаходів.	2

4.2. План практичних занять

№ з/п	Тема заняття	Години
	Тема 1.1. Системний аналіз в дослідженні екосистем. Надійність і стійкість екосистем.	
1	Надійність і сталість екосистеми. Біологічна компонента екосистеми при оцінці екологічної та радіаційної ємності екосистеми.	2
	Тема 1.2. Моделювання в радіоекології.	
2	Моделювання розсіювання у довкіллі радіоактивних домішок при їх викидах й скидах	2
3	Камерні моделі в екології і моделювання дозоформуючих шляхів опромінення людини	2
	Тема 2.1. Радіоемність як міра надійності й стійкості екосистеми. Моделювання в радіоекології.	
4	Визначення радіоемності і фактору радіоемності для водних екосистем. Побудова стаціонарної й динамічної моделі екосистеми водойми, річки.	2
5	Визначення радіоемності і фактору радіоемності для морської екосистеми. Побудова стаціонарної й динамічної моделі екосистеми Чорного моря, Бузького лиману.	2
6	Визначення радіоемності і фактору радіоемності для наземної екосистеми. Побудова стаціонарної й динамічної моделі лучної екосистеми, лісової екосистеми.	2
	Тема 2.2. Радіоекологія територій поблизу АЕС і контрзаходи в радіоекології.	
7	Радіоекологія територій поблизу АЕС. Розповсюдження радіоактивних домішок при викидах та скидах з АЕС. Принципи радіоекологічної експертизи АЕС.	2
8		2
9	Зонування дозового впливу на екосистеми. Екологічне нормування для екосистем.	2
10	Контрзаходи в радіоекології та їх оцінка. Способи дезактивації водойм, технології біорекультиваци, біоре mediaції.	2
	Всього:	20

4.3. Завдання для самостійної роботи

Представляє собою виконання практично-розрахункових робіт за трьома темами :

Самостійна робота №1. Моделювання розсіювання у довкіллі викидів і скидів радіонуклідів..

Самостійна робота №2. Моделювання в радіоекології за допомогою камерних моделей.

Самостійна робота №3. Оцінка надійності екосистеми і радіоекологічних ризиків.

Розділ 5. Підсумковий контроль

Підсумковий контроль з дисципліни «Системна радіоекологія і моделювання» відбувається у вигляді іспиту.

Орієнтовно якість відповіді на кожне запитання оцінюється за такою шкалою:

10 балів – повна за змістом і стисла за формою відповідь;

9-8 балів – повна за змістом і невдала за формою відповідь;

7-6 балів – не зовсім повна за змістом і не залежить від форми відповідь;

5-4 бали – не повна за змістом і не залежить від форми відповідь;

3-2 бали – орієнтовна за змістом і не залежить від форми відповідь.

Перелік питань, що виносяться на іспит з дисципліни

1. Розкрийте поняття надійності екосистеми, стабільності екосистеми. Що визначає ці показники?
2. Поясніть роль біоти у функціонуванні екосистеми.
3. Радіоемність екосистеми. Радіоемність різних типів екосистем. Радіоемність в питаннях екологічного нормування.
4. Пояснити, що собою представляють камерні моделі в радіоекології. В чому полягає різниця між динамічною та стаціонарною камерною моделями прісноводного водоймища?
5. Побудувати динамічну камерну модель лучної екосистеми (грунт, рослинність, кормові трави, молочні тварини, людина). Для цього: скласти блок-схему камерної моделі, описати у вигляді диференціальних рівнянь динамічну камерну модель екосистеми
6. Пояснити, в чому полягають особливості надходження і розподілу радіонуклідів у морських екосистемах.
7. Побудувати стаціонарну камерну модель морської екосистеми та представити її у вигляді системи диференціальних рівнянь.
8. Розкрийте питання радіоемності екосистеми. Поясніть її застосування в радіоекології та в екологічних підходах до нормування антропогенного навантаження на людину?
9. Пояснити, в чому полягають особливості надходження і міграції радіонуклідів в агроекосистемах. Побудувати стаціонарну та динамічну моделі агроекосистеми. Від чого залежить коефіцієнт накопичення радіонуклідів рослинами?
10. Охарактеризувати особливості розподілу радіонуклідів у прісноводних екосистемах. Яким чином впливає сезонність року на розмір радіоемності прісноводного водоймища?
11. Охарактеризувати особливості розподілу радіонуклідів у прісноводних екосистемах. Яким чином впливає сезонність року на розмір радіоемності прісноводного водоймища?
12. Що таке інкорпоровані радіонукліди? Чому Міжнародна комісія з радіаційного захисту регулярно переглядає нормативи щодо гранично допустимих доз іонізуючого

випромінювання для людини у бік їх зменшення?

13. Колективна доза іонізуючого випромінювання. Її оцінка та застосування в радіоекології.
14. Охарактеризувати процеси міграції радіонуклідів у водоймищі. Які особливості можуть набувати ці процеси в технологічних водоймищах АЕС (ставках-охолоджувачах, ставках-біоочищення т.ін)?
15. Навести відомі дозиметричні методи радіоекологічної оцінки стану місцевості.
16. Які основні характеристики розподілу і перерозподілу радіонуклідів у прісноводному водоймищі? Яка роль біоти водоймища в його радіємності? Як розрахувати фактор радіємності біоти у водоймищі?
17. В чому полягає ефективність створення каскадних екосистем щодо контролю потоку радіонуклідів?
18. Від яких компонентів екосистеми залежать показники радіємності: а) прісноводного водоймища, б) лісу, в) агроекосистеми?
19. Які особливості розподілу і перерозподілу радіонуклідів у морях?
20. Чому радіонукліди осідають на водну поверхню більшою мірою, ніж на ґрунт?
21. Як можна проаналізувати морську екосистему за допомогою моделі радіємності? Які основні шляхи надходження радіонуклідів до Чорного моря? Чи можна використовувати глибоководні ділянки моря для захоронення радіоактивних відходів?
22. Пояснити, чим обумовлюється будівництво каскадів водоймищ, які приймають на себе радіоактивні скиди. Побудувати камерну модель каскаду з трьох водоймищ.
23. Охарактеризувати здібності рослин до накопичення радіонуклідів. Як різні властивості рослин до накопичення радіонуклідів можна використовувати в якості контрзаходу для обмеження надходження радіоактивності людині?
24. Описати йодну профілактику як один з контрзаходів при радіаційних аваріях. В чому полягає експрес аналіз забруднення щитоподібної залози радіоактивним йодом.
25. Наведіть основні види радіоекологічних контрзаходів.
26. Поясніть, у чому полягають відмінності між контрзаходами, які приводять до економії колективної (індивідуальної) еквівалентної дози іонізуючого випромінювання.
27. Поясніть, які контрзаходи найефективніші щодо захисту людини від впливу радонового випромінювання?
28. Наведіть принципи радіоекологічної експертизи АЕС. Що таке колективний ризик?
29. Поясніть, у чому полягають функції МАГАТЕ, МКРЗ, НКРЗУ.
30. Розкрийте головні відмінності між нормативами радіаційної безпеки в Україні і Директивами ЄВРАТОМ.

1.

Приклад екзаменаційного білету

ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Освітній рівень PhD

Спеціальність Е2 «Екологія»

Семестр II

Навчальна дисципліна Системна радіоекологія та моделювання

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Охарактеризувати процеси міграції радіонуклідів у водоймищі. Які особливості можуть набувати ці процеси в технологічних водоймищах АЕС (ставках-охолоджувачах, ставках-біоочищення т.ін)?
2. Розкрийте поняття надійності та стабільності екосистеми. Наведіть приклади, в т.ч. за дисертаційним дослідженням.
3. Поясніть відмінності між контр заходами, які приводять до економії колективної (індивідуальної) ефективної дози іонізуючого випромінювання.

Затверджено на засіданні кафедри екології

Протокол № 1 від 27.08.2025 р.

Завідувач кафедри _____ Григор'єва Л. І.

Викладач _____ Григор'єва Л. І.

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

Відповідність рівня набутих студентами знань, умінь та навичок вимогам нормативних документів щодо вищої освіти визначається контрольними заходами, які включають поточний і підсумковий контроль. Засоби діагностики рівня підготовки студентів: усні відповіді; розв'язування ситуаційних задач; контроль практичних навичок; розв'язання типових задач радіоекології.

Поточний контроль здійснюється під час проведення аудиторних занять; максимальна кількість поточних балів – максимальну кількість балів, яку може отримати студент протягом II семестру становить 60 балів. На іспит відводиться максимальна кількість балів – 40 балів.

6.1. Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів у 3 семестрі

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Виступи на семінарських заняттях (5 семінарів)	30 (5*6 б.)
2	Виконання СР№1	10
	Виконання СР№2	10
3	Виконання СР№3	10
Усього протягом семестру		60
4	Іспит	40
Всього		100

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів:

Вид діяльності (завдання)	Критерії для максимальної кількості балів
Виступи на семінарських заняттях	– Знання матеріалу, «не зачитування» матеріалу, – Опрацювання додаткової літератури, – Активна участь в обговоренні питань семінару – Використання тільки матеріалів лекцій
Виконання та захист Розрахункової роботи	– Точність виконання завдання, – Точність розрахунків, – Використання програмного забезпечення, – Наявність висновків, – Вчасність

Критерії оцінювання завдань іспитового білету для досягнення максимальної кількості балів:

№ завдання іспитового білету	Максимальна кількість балів
1	20
2	10
3	10

Критерії оцінювання знань на іспиті.

Оцінкою 31-40 відповідь студента оцінюється, якщо вона демонструє глибокі знання всіх теоретичних положень і вміння застосовувати теоретичний матеріал для практичного аналізу і не має ніяких неточностей.

Оцінкою 21-30 відповідь оцінюється, якщо вона показує знання всіх теоретичних положень, вміння застосовувати їх практично, але допускаються деякі принципові неточності.

Оцінкою 11-20 відповідь студента оцінюється за умови, що він який дає не менше 50%, знає головні теоретичні положення та частково може використати їх на практиці.

Оцінкою 0-10 оцінюється студент, який дає менше 30% правильної відповіді, припустився значних помилок. Демонструє засвоєння лише основ навчального матеріалу, не може самостійно пояснити характерні для дисципліни причинно-наслідкові зв'язки.

7. Рекомендовані джерела інформації.

1. Gudkov I.M. Radiobiology and Radioecology : textbook for students of higher educational institutions / I.M. Gudkov, M.M. Vinichuk. – Kyiv-Kherson : Oldi-Plus, 2019. 416 p. (in English).
2. Григор'єва Л. І. Радіаційна екологія та радіаційна безпека : навч. посіб. / Л. І. Григор'єва. Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2023. 228 с.
<https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/1421>
3. Кутлахмедов Ю.О., В.І. Корогодін, В.К. Кольтовер. Основи радіоекології. К.: Вища шк., 2015. – 319 с.
4. Кутлахмедов Ю.О. Дорога до теоретичної радіоекології. Монографія. 2015. 300 с.
<https://elibrary.ru/maintenance.asp>
5. Радіоекологія: підручник. В.П. Шапорєв, Ю.Г. Масікевич, В.Ф. Моїсєєв, та ін. Чернівці: «Місто» АНТ, 2018. 440 с. https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Shaporev_2018_440.pdf

Додаткові:

- Grygorieva L., Alekseeva A., Koval A. (2020) Calculation of the acceptable radionuclide level in irrigation water during irrigation by the method of rain. Nuclear Physics and Atomic Energy. 2020. Vol. 21. Issue 1. P. 86–94. <https://doi.org/10.15407/jnpae2020.01.086>
- Григор'єва Л., Макарова О. (2020) Збільшення радіємності технологічних водойм АЕС. Екологічні науки. № 1, 2020 (24). С. 19-23. <http://www.ecoj.dea.kiev.ua/archives/2020/1/11.pdf>
- Григор'єва Л. І., Алексєєва А. О., Макарова О. В. (2021) Тритій у водних об'єктах району Южноукраїнської атомної електростанції // Nuclear Physics and Atomic Energy. Vol. 22 (2021). С. 263-271. <https://surl.lj/qwzxmz>
- Григор'єв, К., Алексєєва, А., Макарова, О., Григор'єва, Л. (2023) Оцінка показників радіоекологічного стану водних об'єктів за екосистемним принципом безпеки. Екологічні науки - № 2 2023 (47), С. 76-83. <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/2/21.pdf>