МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Навчально-науковий медичний інститут
Кафедра екології

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Перший проректор
Юрій КОТЛЯР
_____
"__" _____ 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СИСТЕМНА РАДІОЕКОЛОГІЯ І МОДЕЛЮВАННЯ

Другого (магістерського) рівня вищої освіти
За освітньо-професійною програмою «Екологія та охорона навколишнього середовища»
спеціальності Е2 Екологія
Галузі знань Е Природничі науки, математика та статистика

Розробник _____ Людмила ГРИГОР'ЄВА
Завідувач кафедри екології _____ Людмила ГРИГОР'ЄВА
Гарант освітньої програми _____ Олена МІТРЯСОВА
Директор ННМІ _____ Олена КУЗНЕЦОВА
Начальник НМВ _____ Євгенія ПОСТИКІНА

Миколаїв – 2026 рік

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	
Спеціалізація (якщо є)	-	
Освітня програма	Екологія та охорона навколишнього середовища	
Рівень вищої освіти	Магістр	
Статус дисципліни	Нормативна	
Курс навчання	1М	
Навчальний рік	2025-26 рр.	
Номер(и) семестрів (триместрів):	Денна форма	Заочна форма
	9	9
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	6 кредитів / 180 годин	
Структура курсу: – лекції – практичні/лабораторні заняття – самостійна робота	Денна форма	Заочна форма
	30 45 105	5 14 161
Відсоток аудиторного навантаження	42%	11%
Мова викладання	українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)	-	
Форма підсумкового контролю	залік	

2. Концепція, мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Дисципліна «Системна радіоекологія і моделювання» є однією з професійно-орієнтованих при підготовці фахівців екологів, яка спрямована на надання студентам знань із основних методів вирішення радіоекологічних задач, методів моделювання процесів і явищ, які пов'язані з розповсюдженням і міграцією радіонуклідів у морських, прісноводних, наземних екосистемах.

Метою вивчення дисципліни є оволодіння студентами 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. *Предметом* вивчення дисципліни є система методів моделювання, які використовуються у радіоекологічних дослідженнях.

Завданням дисципліни є набуття студентами вмінь та навичок щодо:

- володіння методами радіоекологічних, радіаційно-гігієнічних досліджень;
- прогнозування розвитку радіоекологічної ситуації;
- моделювання радіаційно-екологічних явищ і процесів;
- розраховувати та оцінювати радіоекологічну ємність екосистем та використовувати це при оцінюванні стану та надійності екосистеми.

Передумови вивчення дисципліни та міждисциплінарні зв'язки:

«Системний аналіз якості НС» (понятійний апарат).

Компетентності та результати навчання, формуванню яких сприяє дисципліна (взаємозв'язок з нормативним змістом підготовки здобувачів, сформульованим у термінах результатів навчання у Стандарті).

Згідно з вимогами стандарту ВО дисципліна забезпечує набуття здобувачами *компетентностей* та *програмних результатів навчання:*

інтегральна: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій, та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов та вимог.

Загальні компетентності:	
К01	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
К02	Здатність приймати обґрунтовані рішення;
К06	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
Спеціальні (фахові) компетентності	
К10	Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні екологічних проблем.
К14	Здатність управляти стратегічним розвитком команди в процесі здійснення професійної діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.
К18	Здатність оцінювати рівень негативного впливу природних та антропогенних факторів екологічної небезпеки на довкілля та людину.
Програмні результати навчання	
ПР01	Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук про довкілля
ПР10	Демонструвати обізнаність щодо новітніх принципів та методів захисту навколишнього середовища
ПР13	Уміти оцінювати потенційний вплив техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля.
ПР14	Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах.
ПР15	Оцінювати екологічні ризики за умов недостатньої інформації та суперечливих вимог.

3. Програма навчальної дисципліни

3.1. Денна форма навчання

№ теми	Теми	Лекції	Практичні (семінарські, лабораторні, півгрупові)	Самостійна робота
Модуль 1. Надійність екосистем і моделювання в радіоекології				
1.	Надійність і стабільність функціонування екосистем. Сучасні завдання радіоекології. Дозиметрія і радіометрія в радіоекології.	2	4	15
2.	Коефіцієнти переходу, накопичення, акумуляції радіонуклідів компонентами екосистем	2	4	15
3.	Моделювання розсіювання у довкіллі викидів і скидів радіонуклідів.	4	4	15
4.	Надходження радіонуклідів в екосистеми різного типу, їх розподіл і міграція.	6	6	15
5.	Камерні моделі в екології і моделювання дозоформуючих шляхів опромінення людини	4	4	15
Усього за модулем 1:		18	22	75
Модуль 2. Моделювання радіоекологічної ємності. Контрзаходи та їх оцінка.				
6.	Радіоємність екосистем та її моделювання для різних екосистем.	6	9	10
7.	Зонування дозового впливу на екосистеми. Екологічне нормування для екосистем.	2	6	10
8.	Контрзаходи в радіоекології та їх оцінка.	4	8	10
Усього за модулем 2:		12	23	30
Всього за курсом		30	45	105

3.2. Заочна форма навчання

№ теми	Теми	Лекції	Практичні (семінарські, лабораторні, півгрупові)	Самостійна робота
Модуль 1. Надійність екосистем і моделювання в радіоекології				
1.	Надійність і стабільність функціонування екосистем. Сучасні завдання радіоекології. Дозиметрія і радіометрія в радіоекології.	1	-	25
2.	Коефіцієнти переходу, накопичення, акумуляції радіонуклідів компонентами екосистем	-	2	25
3.	Моделювання розсіювання у довкіллі викидів і скидів радіонуклідів.	-	4	25
4.	Надходження радіонуклідів в екосистеми різного типу, їх розподіл і міграція.	1	2	25

5.	Камерні моделі в екології і моделювання дозоформуючих шляхів опромінення людини	1	2	25
Усього за модулем 1:		3	10	125
Модуль 2. Моделювання радіоекологічної ємності. Контрзаходи та їх оцінка.				
6.	Радіоємність екосистем та її моделювання для різних екосистем.	2	2	12
7.	Зонування дозового впливу на екосистеми. Екологічне нормування для екосистем.	-	1	12
8.	Контрзаходи в радіоекології та їх оцінка.	-	1	12
Усього за модулем 2:		2	4	36
Всього за курсом:		5	14	161

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій

4.1.1. План лекцій для денної форми навчання

№	Тема заняття / план
Модуль 1. Надійність екосистем і моделювання в радіоекології	
1	Надійність і стабільність функціонування екосистем. Сучасні завдання радіоекології. Дозиметричні моделі в радіоекології.
2	Коефіцієнти переходу, накопичення, акумуляції радіонуклідів компонентами екосистем
3	Моделювання розсіювання у довкіллі викидів радіонуклідів.
4	Моделювання розсіювання у довкіллі скидів радіонуклідів.
5	Надходження радіонуклідів в прісноводні екосистеми, їх розподіл і міграція.
6	Надходження радіонуклідів в морські екосистеми, їх розподіл і міграція.
7	Надходження радіонуклідів в лісові і лучні екосистеми, їх розподіл і міграція.
8	Камерні моделі в екології.
9	Моделювання дозоформуючих шляхів опромінення людини за допомогою камерних моделей
Модуль 2. Моделювання радіоекологічної ємності. Контрзаходи та їх оцінка.	
10	Радіоємність як міра надійності й стійкості екосистеми.
11	Моделювання радіоємності для водних екосистем.
12	Моделювання радіоємності для наземних екосистем, для екосистеми міста.
13	Зонування дозового впливу на екосистеми. Екологічне нормування для екосистем
14	Контрзаходи в радіоекології та їх оцінка
15	Математичне моделювання при аналізі співвідношення «користь - шкода» від застосування контрзаходів

4.1.2. План лекцій для заочної форми навчання

№	Тема заняття / план
Модуль 1. Надійність екосистем і моделювання в радіоекології	
1	Надійність і стабільність функціонування екосистем. Сучасні завдання радіоекології. Дозиметричні моделі в радіоекології.
2	Надходження радіонуклідів в прісноводні екосистеми, їх розподіл і міграція.
3	Камерні моделі в екології.
Модуль 2. Моделювання радіоекологічної ємності. Контрзаходи та їх оцінка.	
4	Радіоємність як міра надійності й стійкості екосистеми.

4.2. План практичних (семінарських) занять

4.2.1. План практичних (семінарських) занять для денної форми навчання

№	Тема заняття / план
Модуль 1. Надійність екосистем і моделювання в радіоекології	
1	*Семінарське заняття на тему:* Надійність і стабільність функціонування екосистем. Сучасні завдання радіоекології.
2	*Практичне заняття на тему:* Дозиметричні моделі в радіоекології. Розв'язок задач
3 4	*Практичне заняття на тему:* Коефіцієнти переходу, накопичення, акумуляції радіонуклідів компонентами екосистем. Розв'язок задач
5 6	*Практичне заняття на тему:* Моделювання розсіювання у довкіллі викидів радіонуклідів Розв'язок задач
7 8	*Практичне заняття на тему:* Моделювання розсіювання у довкіллі скидів радіонуклідів Розв'язок задач
9	*Семінарське заняття на тему:* Надходження радіонуклідів в екосистеми різного типу, їх розподіл і міграція
10	*Практичне заняття на тему:* Надходження радіонуклідів в екосистеми різного типу, їх розподіл і міграція Розв'язок задач
11	*Практичне заняття на тему:* Надходження радіонуклідів в екосистеми різного типу, їх розподіл і міграція Розв'язок задач Захист індивідуальних робіт
12	*Практичне заняття на тему:* Камерні моделі в екології. Розв'язок задач Захист індивідуальних робіт
13 14	*Практичне заняття на тему:* Моделювання дозоформуючих шляхів опромінення людини Розв'язок задач
Модуль 2. Моделювання радіоекологічної ємності. Контрзаходи та їх оцінка.	
15 16 17	*Практичне заняття на тему:* Радіоємність екосистем та її моделювання для різних екосистем. Розв'язок задач Захист індивідуальних робіт
18 19	*Практичне заняття на тему:* Екологічне нормування для екосистем. Розв'язок задач Захист індивідуальних робіт
20	*Семінарське заняття на тему:* Контрзаходи в радіоекології та їх оцінка.
21	*Практичне заняття на тему:* Математичне моделювання при аналізі співвідношення «користь - шкода» від застосування контрзаходів. Розв'язок задач Захист індивідуальних робіт
22	Захист індивідуальних робіт
23	Захист індивідуальних робіт

4.2.2. План практичних (семінарських) занять для заочної форми навчання

№	Тема заняття / план
Модуль 1. Надійність екосистем і моделювання в радіоекології	
1	*Практичне заняття на тему:* Коефіцієнти переходу, накопичення, акумуляції радіонуклідів компонентами екосистем. Розв'язок задач
2 3	*Практичне заняття на тему:* Моделювання розсіювання у довкіллі викидів радіонуклідів Розв'язок задач
4	*Семінарське заняття на тему:* Надходження радіонуклідів в екосистеми різного типу, їх розподіл і міграція
5	*Практичне заняття на тему:* Камерні моделі в екології. Розв'язок задач Захист індивідуальних робіт
Модуль 2. Моделювання радіоекологічної ємності. Контрзаходи та їх оцінка.	
6	*Практичне заняття на тему:* Радіоємність екосистем та її моделювання для різних екосистем. Розв'язок задач Захист індивідуальних робіт
7	*Практичне заняття на тему:* Екологічне нормування для екосистем. Розв'язок задач Захист індивідуальних робіт
8	*Семінарське заняття на тему:* Контрзаходи в радіоекології та їх оцінка.

4.3. Завдання для самостійної роботи

Передбачаються такі види самостійної роботи:

1. підготовка презентації з обраної теми;
2. виконання практичних/розрахункових робіт.

Теми рефератів/презентацій

1. Сучасні світові підходи і методики оцінювання перенесення радіонуклідів у прісноводній екосистемі.
2. Сучасні світові підходи і методики оцінювання перенесення радіонуклідів у морській екосистемі.
3. Сучасні світові підходи і методики оцінювання перенесення радіонуклідів у лучній екосистемі.
4. Сучасні світові підходи і методики оцінювання перенесення радіонуклідів при викидах і скидах з АЕС, ТЕС (на вугіллі).
5. Сучасні світові підходи і методики оцінювання перенесення радіонуклідів при викидах і скидах з ТЕС (на вугіллі).
6. Сучасні світові підходи і методики оцінювання дозових навантажень на уранових рудниках.
7. Стандарти і Директиви ЄС щодо радіаційної безпеки людини.
8. Світові підходи до оцінювання техногенно підсилених джерел природного походження.
9. Джерела та шляхи надходження радіонуклідів у сільськогосподарські культури.
10. Методи радіоекологічної оцінки впливу діяльності ядерного підприємства.
11. Методи та засоби захисту від радіоактивного забруднення і методи радіаційної гігієни.
12. Міграція ^{137}Cs у наземних та водних екосистемах України.
13. Міграція ^{90}Sr у водних екосистемах України.
14. Накопичення радіонуклідів водяною біотою.
15. Накопичення радіонуклідів рибними організмами.
16. Організація заходів контролю по надходженню радіоактивних речовин у сільськогосподарські культури.
17. Перехід радіонуклідів у сільськогосподарські культури при богарному та зрошуваному землеробстві.
18. Проблема радону. Дозове навантаження від опромінення радоном.
19. Радіаційна безпека населення при радіаційних аваріях.
20. Радіоекологічні аспекти діяльності ПУАЕС
21. Радіоекологічні особливості забруднення території України внаслідок аварії на ЧАЕС.
22. Радіоекологічні проблеми півдня України.
23. Радіоекологія зрошуваного землеробства Миколаївського регіону.
24. Система контролю за опроміненням людини в Україні. Нормативна база радіаційної безпеки.
25. Радіоекологічна експертиза територій навколо АЕС.
26. Радіоекологічні проблеми міст.

Вимоги до структури презентації:

1. Об’єм – 12-15 слайдів
2. На слайдах інформація наводиться схематично
3. Обов’язково наводиться перелік використаних джерел.

Практично-розрахункові роботи

Практично-розрахункова робота №1 «Моделювання розсіювання у довкіллі викидів і скидів радіонуклідів».

Практично-розрахункова робота №2 «Моделювання в радіоекології за допомогою камерних моделей».

Практично-розрахункова робота №3 за темою «Оцінка радіоємності і надійності екосистем (морській, прісноводній, наземній)» на вибір:

1) Оцінка радіоємності і надійності міської екосистеми
2) Оцінка радіоємності і надійності екосистеми «дім у саду»
3) Надійність екосистеми каскаду Дніпровського басейну (включаючи Дніпро-Бузький лиман і Чорне море)
4) Надійність екосистеми «Екосистема озера»
5) Надійність екосистеми «Екосистема саду».

Вимоги до практично-розрахункової роботи:

1. Робота виконується з використанням ПЗ: MS OFFICE EXCEL, MATHCAD.
2. Робота супроводжується графіками.
3. Всі розрахунки пояснюються
4. Обов'язково наведення одиниць вимірів.
5. Обов'язково наведення висновків.

4.4. Забезпечення освітнього процесу

Для успішного проходження курсу достатньо використання літературних джерел, що Для успішного проходження курсу достатньо використання літературних джерел, що знаходяться в бібліотеках університету та міста, мережі Internet, програмне забезпечення – MS Word, Excel, Mathcad, Statistica 12.0. Студентам дається також можливість використання навчально-наукової літератури з бібліотеки кафедри екології і Наукового центру прикладних екологічних досліджень і радіаційної безпеки https://chmnu.edu.ua/naukovij-tsentr-prikladnih-ekologichnih-doslidzhen-i-radiatsijnoyi-bezpeki-nts-pedrb/, а також електронних посібників, які завантажено у систему MOODLE.

5. Підсумковий контроль

Залік.

Перелік питань до заліку

1. Наведіть джерела природної радіації та величину річної дози опромінення людини від цих джерел у районах з нормальним радіаційним фоном.
2. Пояснити, що представляє собою природний радіаційний фон та яку дозу отримує від нього людина (у середніх величинах). Як визначити величину дози зовнішнього і внутрішнього опромінення людини від природного радіаційного фону?
3. Концепція безпорогової лінійної залежності "доза-ефект". Принципи радіаційної безпеки населення за законодавством України.
4. Поясніть метод обчислення дози внутрішнього опромінення людини за результатами радометрії продуктів харчування. Наведіть величину ГДД для людини за сучасними нормативними документами радіаційної безпеки на Україні.
5. Поясніть метод обчислення дози внутрішнього опромінення людини за результатами визначення вмісту радіоактивних елементів в атмосферному повітрі. Наведіть величину ГДД для людини за сучасними нормативними документами радіаційної безпеки на Україні.
6. Поясніть метод обчислення дози зовнішнього опромінення людини за результатами визначення потужності експозиційної дози. Наведіть величину ГДД для людини за сучасними нормативними документами радіаційної безпеки на Україні.
7. Які прилади використовуються для вимірювання радіоактивності? Що таке дозиметр, радіометр. Які радіометричні величини визначають за допомогою дозиметрів, радіометрів?
8. Дозиметричні та радіометричні прилади. Типи та застосування.
9. Поясніть застосування показника якості і надійності екосистеми при оцінці радіонуклідного забруднення.

10. Надійність, продуктивність, кондиціонування екосистеми при радіонуклідних забрудненнях.
11. Що таке коефіцієнт переходу радіонукліду? Що таке коефіцієнт накопичення радіоактивності?
12. Що таке колективна еквівалентна доза іонізуючого випромінювання? Що таке індивідуальна доза іонізуючого випромінювання?
13. Що таке дозові ціни або дозові коефіцієнти для різних радіонуклідів?
14. Що таке повітряний шлях надходження радіонуклідів до екосистем? Назвіть його основні закономірності. Що таке коефіцієнт вторинного повітряного піднімання радіонуклідів? Від чого він залежить?
15. Повітряний шлях надходження радіонуклідів в екосистеми. Основні закономірності міграції радіонуклідів за цим шляхом їх надходження в навколишнє середовище.
16. Перелічити шляхи надходження радіонуклідів у сільгоспрослини в умовах зрошення на півдні України. Чим пояснити необхідність поглибленої радіоекологічної оцінки кожної зрошувальної системи?
17. Охарактеризувати процес і особливості накопичення радіонуклідів водною біотою.
18. Описати закономірності перерозподілу ^{137}Cs в рослинах при його надходженні зі зрошувальною водою.
19. Пояснити, що собою представляють камерні моделі в радіоекології. В чому полягає різниця між динамічною та стаціонарною камерною моделями прісноводного водоймища?
20. Побудувати динамічну камерну модель лучної екосистеми (грунт, рослинність, кормові трави, молочні тварини, людина). Для цього: скласти блок-схему камерної моделі, описати у вигляді диференційних рівнянь динамічну камерну модель екосистеми
21. Пояснити, в чому полягають особливості надходження і розподілу радіонуклідів у морських екосистемах.
22. Побудувати стаціонарну камерну модель морської екосистеми та представити її у вигляді системи диференціальних рівнянь.
23. Пояснити, що таке радіоємність екосистеми. Яке її застосування в радіоекології та в екологічних підходах до нормування антропогенного навантаження на людину?
24. Пояснити, в чому полягають особливості надходження і міграції радіонуклідів в агроекосистемах. Побудувати стаціонарну та динамічну моделі агроекосистеми. Від чого залежить коефіцієнт накопичення радіонуклідів рослинами?
25. Охарактеризувати особливості розподілу радіонуклідів у прісноводних екосистемах. Яким чином впливає сезонність року на розмір радіоємності прісноводного водоймища?
26. Охарактеризувати особливості розподілу радіонуклідів у прісноводних екосистемах. Яким чином впливає сезонність року на розмір радіоємності прісноводного водоймища?
27. 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?
28. Колективна доза іонізуючого випромінювання. Її оцінка та застосування в радіоекології.
29. Охарактеризувати процеси міграції радіонуклідів у прісноводному водоймищі. Які особливості можуть набувати ці процеси в технологічних водоймищах АЕС (ставках-охолоджувачах, ставках-біоочищення т.ін)?
30. Навести відомі вам дозиметричні методи радіоекологічної оцінки стану місцевості.
31. Які основні характеристики розподілу і перерозподілу радіонуклідів у прісноводному водоймищі? Яка роль біоти водоймища в його радіоємності? Як розрахувати фактор радіоємності біоти у водоймищі?
32. В чому полягає ефективність створення каскадних екосистем щодо контролю потоку радіонуклідів?

33. Від яких компонентів екосистеми залежать показники радіоємності: а) прісноводного водоймища, б) лісу, в) агроекосистеми?
34. Які особливості розподілу і перерозподілу радіонуклідів у морях?
35. Чому радіонукліди осідають на водну поверхню більшою мірою, ніж на грунт?
36. Як можна проаналізувати морську екосистему за допомогою моделі радіоємності? Які основні шляхи надходження радіонуклідів до Чорного моря? Чи можна використовувати глибоководні ділянки моря для захоронення радіоактивних відходів?
37. Поясніть, чому контроль за вмістом ^{222}Rn в навколишньому середовищі важливий для людини? Якими шляхами ^{222}Rn потрапляє в місця проживання людини? Чому у кам'яних будинках рівень ^{222}Rn вищий, ніж у дерев'яних? Як залежить рівень ^{222}Rn від кількості поверхів у будинку?
38. Пояснити, чим обумовлюється будівництво каскадів водоймищ, які приймають на себе радіоактивні скиди. Побудувати камерну модель каскаду з трьох водоймищ.
39. Охарактеризувати здібності рослин до накопичення радіонуклідів. Як різні властивості рослин до накопичення радіонуклідів можна використовувати в якості контрзаходу для обмеження надходження радіоактивності людині?
40. Описати йодну профілактику як один з контрзаходів при радіаційних аваріях. В чому полягає експрес аналіз забруднення щитоподібної залози радіоактивним йодом.
41. Наведіть основні види радіоекологічних контрзаходів.
42. Поясність, у чому полягають відмінності між контрзаходами, які приводять до економії колективної (індивідуальної) еквівалентної дози іонізуючого випромінювання.
43. Поясність, які контрзаходи найефективніші щодо захисту людини від впливу радонового випромінювання?
44. Наведіть принципи радіоекологічної експертизи АЕС. Що таке колективний ризик?
45. Поясніть, у чому полягають функції МАГАТЕ, МКРЗ, НКРЗУ.
46. Розкрийте головні відмінності між нормативами радіаційної безпеки в Україні і Директивами ЄВРАТОМ.

Приклад залікового білету

Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Рівень вищої освіти Другий (магістр)
Спеціальність Е2 Екологія
Освітня програма Екологія ТА охорона навколишнього середовища
Семестр_1_
Навчальна дисципліна __Системна радіоекологія і моделювання

ЗАЛІКОВИЙ БІЛЕТ № ____0_____

1. Охарактеризуйте особливості розподілу радіонуклідів у морській екосистемі. З позицій теорії радіаційної ємності екосистем обґрунтуйте необхідність мораторію на захоронення радіоактивних відходів в морях і океанах.
2. Побудуйте динамічну камерну модель Чорного моря і опишіть її у вигляді системи диференційних рівнянь.
3. Обчисліть чинник радіоємності каскаду з п'яти прісноводних водоймищ, якщо F_1= 0,7, F_2=0,8, F_3= 0,4, F_4=0,5, F_5=0,5, а $V_1=V_2=V_3=V_4=V_5=6\cdot10^6$ м^3.

Затверджено на засіданні кафедри екології
Протокол №____ від „____" _____ 20____року
Завідувач кафедри, _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)
Викладач _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

У відповідності до положення про систему рейтингової оцінки знань студентів при вивченні дисципліни застосовується наступна система оцінювання роботи студентів.

Поточний контроль здійснюється під час проведення аудиторних занять; максимальна кількість поточних балів становить 70 балів.

Підсумковий контроль засвоєння дисципліни здійснюється шляхом здачі заліку. На залік відводиться максимальна кількість балів – 30 балів.

6.1.1. Денна форма навчання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів	Термін виконання
1	Опитування на семінарських заняттях	30 (5*6 б.)	Протягом семестру
2	Виконання графічно-розрахункової роботи №1	10	9-10-ий начальний тиждень
3	Виконання графічно-розрахункової роботи №2	10	12-13-ий начальний тиждень
4	Виконання графічно-розрахункової роботи №3	10	14-15-ий начальний тиждень
5	Виконання та захист презентації	10	14-15-ий начальний тиждень
6	Залік	30	Заліково-іспитова сесія
	Всього	100	

6.1.2. Заочна форма навчання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів	Термін виконання
1	Опитування на семінарських заняттях	24 (4*5 б.)	Іспитово-установча сесія
2	Виконання графічно-розрахункової роботи №1	10	Іспитово-установча сесія
3	Виконання графічно-розрахункової роботи №2	10	Іспитово-установча сесія
4	Виконання графічно-розрахункової роботи №3	10	Іспитово-установча сесія
5	Виконання та захист презентації	16	Іспитово-установча сесія
6	Залік	30	Іспитово-установча сесія
Всього		**100**	

6.2. Критерії оцінювання

6.2.1. Денна форма навчання

Вид діяльності (завдання)	Критерії для максимальної кількості балів
Опитування на семінарських заняттях	– Знання матеріалу, «не зачитування» матеріалу (2 б.), – Опрацювання додаткової літератури (2 б), – Активна участь в обговоренні питань семінару (2 б.) – Використання тільки матеріалів лекцій (0 б.)
Виконання та захист презентації	– Велика кількість (від 10) опрацьованих літературних джерел (3 б.), – Дотримання структури роботи (Зміст, Вступ, Основна частина, Висновки) (5 б.),

	– Дотримання вимог в оформленні (в т.ч. посилань на літературне джерело) (2 б.),
Виконання графічно-розрахункової роботи	– Виконання у встановлені терміни (2 б.), – Правильність виконання розрахунків, наведення графіків (5 б.), – Повнота оформлення роботи: виконання всіх розрахунків та наявність висновків (3 б.)

6.2.2. Заочна форма навчання

Вид діяльності (завдання)	Критерії для максимальної кількості балів
Опитування на семінарських заняттях	– Знання матеріалу, «не зачитування» матеріалу (2 б.), – Опрацювання додаткової літератури (2 б), – Активна участь в обговоренні питань семінару (1 б.) – Використання тільки матеріалів лекцій (0 б.)
Виконання та захист презентації	– Велика кількість (від 10) опрацьованих літературних джерел (3 б.), – Дотримання структури роботи (Зміст, Вступ, Основна частина, Висновки) (5 б.), – Дотримання вимог в оформленні (в т.ч. посилань на літературне джерело) (2 б.),
Виконання графічно-розрахункової роботи	– Виконання у встановлені терміни (2 б.), – Правильність виконання розрахунків, наведення графіків (5 б.), – Повнота оформлення роботи: виконання всіх розрахунків та наявність висновків (3 б.)

6.3. Критерії оцінювання завдань залікового білету для досягнення максимальної кількості балів:

№ завдання залікового білету	Максимальна кількість балів
1	10
2	10
3	10

За повну розгорнуту відповідь на кожне питання студент отримує по 10 балів:

9-10 балів: повна відповідь на питання з наведенням прикладів та поясненням цих аспектів;
7-8 балів: глибоке засвоєння програмного матеріалу; повна відповідь на питання;
5-6 балів: повне засвоєння програмного матеріалу і вміння орієнтуватися в новому; змістовні відповіді на запитання;
3-4 балів: часткове, неповне висвітлення змісту питання; неточність при відповіді; є розуміння основних положень матеріалу.
0-2 бали: за не опанування значної частини програмного матеріалу; незнання теорії основних питань і термінів;
Максимальна кількість балів за залік становить 30 балів.

7. Рекомендовані джерела інформації.

7.1. Основні джерела

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

7.2. Додаткові:

1. 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.lu/qwzxmz

2. 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 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

3. Григор'єва, Л., Григор'єв, К. (2025) Ефективна доза іонізуючого випромінювання від викидів ^{131}I з АЕС. Екологічні науки - № 3 (60), С. 37-41. https://surl.lu/zfrhzt

4. Григор'єв, К., Григор'єва, Л. Радіоактивні опади в атмосфері та їх радіоекологічний моніторинг в контексті воєнних дій. (2025). Український журнал природничих наук. №12. С. 344 – 352. https://naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns/article/view/327/306

5. Григор'єв, К., Григор'єва, Л. (2026) Смарт-система еколого-радіаційного моніторингу атосферного повітря. Екологічні науки. №68.