

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

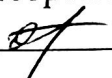
на засіданні групи забезпечення  
спеціальності

від « 15 » серпня 2022 року  
протокол № 1

Голова групи  Шакірзанова Ж.Р

УЗГОДЖЕНО

Директор навчально-наукового  
гідрометеорологічного інституту

 Овчарук В.А.

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни «МОДЕЛЮВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО  
ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ»

Спеціальність 103 НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

ОП АГРОМЕТЕОРОЛОГІЯ

Рівень вищої освіти - МАГІСТР, форма навчання заочна  
Рік навчання - другий, кількість кредитів ЄКТС - 4/120 годин,  
форма контролю - залік

Кафедра агрометеорології та агроекології

Одеса, 2022 р.

Автори:

1. Жигайло Олена Леонідівна, канд. геогр. наук, доцент;
2. Колосовська Валерія Валеріївна, канд. геогр. наук, асистент.

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри агрометеорології та агроекології від « 12 » серпня 2022 року, протокол № 1

Викладачі:

1. Лекційний модуль – Жигайло Олена Леонідівна, канд. геогр. наук, доцент.
2. Практичний модуль – Колосовська Валерія Валеріївна, канд. геогр. наук, асистент.

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

Рецензент: завідувач кафедри агрометеорології та агроекології  
проф. Польовий Анатолій Миколайович.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Метою вивчення дисципліни є освоєння слухачами методу моделювання та можливості його використання для оцінки забруднення системи «грунт – рослина – продукт – тварина – продукт», створювання багатоцільових проектів та прийняття раціональних рішень.
Компетентність	Опанування методів математичного моделювання антропогенного забруднення ґрунтів та його впливу на сільськогосподарські рослини для оцінки екологічної чистоти врожаїв.
Результат навчання	Надавати рекомендації з впровадження заходів щодо зниження ризиків від наслідків забруднення ґрунтів та рослин шкідливими речовинами.
Базові знання	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методів моделювання забруднення полютантами ґрунтів та рослинницької продукції.</li> <li>2. Методів контролю забруднення ґрунтово-рослинного покриву важкими металами, радіонуклідами та пестицидами.</li> <li>3. Методів контролю забруднення зрошуваних земель.</li> </ol>
Базові вміння	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розраховувати рівень засолення та осолонцювання зрошуваних ґрунтів, надавати оцінку їх екологічному стану.</li> <li>2. Визначати показники забруднення ґрунтово-рослинного покриву агрохімічними засобами. Оцінити рівень їх небезпечності для довкілля.</li> <li>3. Розраховувати забруднення ґрунтів та рослин токсикантами (важкими металами та радіонуклідами). Оцінити вплив забруднення ґрунтів на екологічну чистоту й якість продукції рослинництва.</li> </ol>
Базові навички	Вміння розраховувати показники забруднення ґрунтово-рослинного покриву полютантами. Виконувати оцінку екологічної чистоти й якості сільськогосподарської продукції, надавати рекомендації.
Пов'язані сила буси	-
Попередня дисципліна	-
Наступна дисципліна	-
Кількість годин	Лекції: 2 години; Консультації: 8 годин Семінарські заняття: - Самостійна робота студентів – 110 годин

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Лекційні модулі

КОД	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
	Настановні лекції	2	
ЗМ-Л1	<b>Тема 1.</b> Вступ. Основні поняття та етапи системного аналізу. Методи системного аналізу та прогнозування стану довкілля.		5
	<b>Тема 2.</b> Моделювання антропогенного впливу на ґрунти.		5
	<b>Тема 3.</b> Моделі продуктивності екологічної чистоти і якості агрофітоценозів		5
ЗМ-Л2	<b>Тема 4.</b> Моделювання міграції радіонуклідів у системі «ґрунт - рослина»		5
	<b>Тема 5.</b> Моделювання міграції радіонуклідів у посадках верби корзинової при фітореабілітації забруднених земель зони ЧАЕС		5
	<b>Тема 6.</b> Моделювання міграції радіонуклідів в системі «вода – ґрунт – рослина - продукт»		5
	<b>Тема 7.</b> Моделювання транспорту радіонуклідів в агросфері		5
ЗМ-Л3	<b>Тема 8.</b> Методи контролю стану зрошуваних земель.		5
	<b>Тема 9.</b> Методи контролю екологічного стану забруднених ґрунтів		5
	<b>Тема 10.</b> Методи оцінки забруднення ґрунтово-рослинного покриву. Способи ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях		5
<b>Іспит</b>			20
<b>Разом</b>		<b>2</b>	<b>70</b>

Консультації: Жигайло Олена Леонідівна –четвер, 14.30 – 16.20, ауд. 223

## 2.2. Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
<b>ЗМ-П1</b>	1. Розрахунок забруднення ґрунтово-рослинного покриву на землях, що підлягають меліорації		8
	2. Оцінка і прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами.		8
	3. Розрахунок та оцінка продуктивності с/г культур в залежності від якості зрошуваних вод		8
	4. Розрахунок та оцінка забруднення агроєкосистем важкими металами.		8
	5. Розрахунок та оцінка забруднення ґрунтів та продукції рослинництва радіонуклідами.		8
<b>Разом</b>			<b>40</b>

Консультації: Колосовська Валерія Валеріївна – п'ятниця, 14.30 – 16.20, ауд. 224

## 2.3 Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	Самостійне вивчення тем теоретичної частини	10	Перша-друга декада вересня
	Підготовка до модульної контрольної роботи КР1 (обов'язкова)	5	
ЗМ-Л2	Самостійне вивчення тем теоретичної частини	15	Третя декада вересня, перша декада жовтня
	Підготовка до модульної контрольної роботи КР2 (обов'язкова)	5	
ЗМ-Л3	Самостійне вивчення тем теоретичної частини	10	Друга декада жовтня
	Підготовка до модульної контрольної роботи КР3 (обов'язкова)	5	
ЗМ-П1	Підготовка до виконання практичних робіт. Звіт про виконання практичних робіт	40	
	Відправлення на перевірку практичних робіт № 1,2		Друга декада вересня
	Відправлення на перевірку практичних робіт № 3,4,5		Перша декада жовтня
Залік			Сесія
<b>Разом</b>		<b>110</b>	

## Методика проведення та оцінювання контрольних заходів.

Всього на оцінку 3 теоретичних і 1 практичного модулів дисципліни відводиться 100 балів: 60 балів на теоретичну частину курсу (ЗМЛ-1-20 балів, ЗМЛ-2 – 20 балів, ЗМЛ-3 – 20 балів) і 40 балів на практичний модуль (ЗМП-1 – 40 балів).

Методика проведення і оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л1, ЗМ-Л2 і ЗМ-Л3 полягає у виконанні студентом модульної контрольної роботи. Контрольна робота для всіх ЗМЛ складається з 20 тестових питань за темою змістовного модуля. Кожне питання оцінюється в 1 бал. Загальна оцінка підраховується за вірними відповідями.

Методика проведення та оцінювання контрольних заходів ЗМ-П1 полягає в оцінюванні результатів виконаних розрахунків, умінні студента узагальнювати результати розрахунків, створювати аналіз і надавати рекомендації, у повноті відповідей на запитання. ЗМ-П1 включає 5 практичних робіт, кожна робота оцінюється у 8 балів (з них 4 бали за розрахункову частину і 4 бали за відповіді на запитання, що повинні бути у звіті). Перелік запитань наводиться у силлабусі в розділі 3, у підрозділі «Питання для самоперевірки до практичних тем ЗМ-П1»

Питання про допуск до заліку за підсумками модульного накопичувального контролю визначається з виконання усіх видів робіт, передбачених програмою. Студент вважається допущеним до підсумкового контролю якщо він набрав за модульною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за теоретичну та практичну частини, тобто більше 30 балів з теоретичної та більше 20 балів з практичної частини.

Залікова контрольна робота складається із 20 тестів і оцінюється 5 балів за кожен тест. Всього на ЗКР відводиться 100 балів.

Згідно положення про проведення підсумкового контролю знань студентів ОДЕКУ [https://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/pol13\\_2.pdf](https://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/pol13_2.pdf), оцінка за дисципліну (В) визначається за формулою

$$B = 0,75 \times O3 + 0,25 \times OKP,$$

де В – інтегральна оцінка (%) поточної роботи студента по дисципліні; ОЗ – оцінка роботи студента за змістовними модулями; ОКР – оцінка залікової контрольної роботи.

### 3. РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Під час вивчення лекційних та практичних модулів рекомендується скористатися електронним курсом «Моделювання антропогенного забруднення ґрунтів та методи контролю» <http://dpt02s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=79> та наведеними в ньому методичними вказівками. В репозитарії розміщено: конспект лекцій з дисципліни <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/2215>; методичні вказівки для практичних занять <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9274>; <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/2829>.

ЗМ-Л1. При вивченні змістовного модуля звернути увагу на предмет і методи моделювання антропогенного забруднення ґрунтів; завдання системного моделювання довкілля в цілому й агроecosystem; основні поняття та етапи системного аналізу; характерні властивості систем і засоби системного аналізу; суть та відмінності емпіричного, теоретичного та емпірико-теоретичного методів моделювання довкілля; екологічні функції ґрунтів та завдання їх збереження ; екологічні проблеми зрошення та хімізації ґрунтів; рівняння перенесення вологі в ґрунті; рівняння, що описують залежність «урожайність-динаміка вологості ґрунту», «урожайність – коефіцієнт вологозабезпеченості»; рівняння моделі «урожайність зрошувальна норма» за різною мінералізацією води; класи небезпечності пестицидів та порядок їх розрахунку в екотоксикологічній системі прийняття рішень; рівняння забруднення ґрунтів пестицидами; джерела надходження важких металів в ґрунт; рівняння міграції важких металів у ґрунті; рівняння моделі накопичення та переносу важких металів в системі «ґрунт - рослина» в умовах зрошення; елементи забруднення та їх вплив на процеси асиміляції рослин.

При вивченні тем користуватись літературними джерелами №1 та №2.

#### Питання для самоперевірки ЗМ-Л1

1. В чому позитивна роль моделювання глобального розвитку та його обмеженість? №1, стор. 9-10.
2. Сформулюйте основні поняття та етапи системного аналізу. №1, стор. 11.
3. Назвіть характерні властивості систем і засоби системного аналізу. №1, стор. 11-12.
4. Охарактеризуйте суть та відмінності емпіричного, теоретичного та емпірико-теоретичного методів моделювання довкілля. №1, стор. 13-17.

5. Назвіть соціально-екологічні функції ґрунтів та задачі їх збереження. №1, стор. 11-12.
6. За яких умов виникає необхідність ідентифікації точкових різницевих рівнянь динаміки забруднень ґрунтів? №1, стор. 20-21.
7. Назвати класи небезпечності пестицидів та навести порядок їх розрахунків в екотоксикологічній системі прийняття рішень? №1, стор. 25-26.
8. Запишіть точкову модель динаміки забруднення ґрунтів пестицидами та радіонуклідами. №1, стор. 23.
9. Наведіть теоретичне та різницеве рівняння вологоперенесення. Які меліоративні проблеми можна вирішувати на його основі? №1, стор. 30-31.
10. Наведіть теоретичну та різницеву модель одновимірного поля хімічного забруднення ґрунтів. №1, стор. 21.
11. З якою метою ідентифікуються проблемно-орієнтовані комплекси моделей "урожайність - ресурси"? №1, стор. 46-47.
12. Які фактори обумовлюють структурно-функціональний підхід до вибору залежностей "урожайність – динаміка вологості ґрунту"? №1, стор. 43-46.
13. Як відбувається моделювання впливу мінералізації зрошувальної води на продуктивність рослин? №1, стор. 47-48.
14. Від чого залежить процес поглинання рослинами мінеральних речовин? №1, стор. 53-54.
15. Як залежить накопичення важких металів від внесення добрив та віку рослин? №1, стор. 56-57.
16. Якими факторами визначаються фотосинтез та дихання рослин в моделях накопичення важких металів? №1, стор. 57-58.
17. Як моделюються радіаційний та водно-тепловий режими в моделі "ґрунт - рослина - атмосфера"? №1, стор. 51-52.

**Питання, що формують базові результати:**

1. Характеристика сучасного становища моделювання процесів антропогенного забруднення навколишнього середовища. №1, стор. 8 -12.
2. Суть моделювання забруднення ґрунтів, рослин та продуктів їх переробки пестицидами. №1, стор. 20-23.
3. Основні процеси, що розглядаються при моделюванні продуктивності, екологічної чистоти та якості рослин в умовах зрошеного та незрошеного землеробства №1, стор. 48-49.

**Базові результати навчання. Знати:**

- ✓ методів моделювання забруднення ґрунтів, рослин та продуктів їх переробки важкими металами;
- ✓ методів моделювання забруднення ґрунтів, рослин та продуктів їх переробки пестицидами.

**Вміти:**



- ✓ Розраховувати забруднення ґрунтово-рослинного покриву агрохімічними засобами;
- ✓ Розраховувати забруднення ґрунтів пестицидами;
- ✓ Оцінити рівень небезпечності пестицидів для ґрунтів, водоймищ та рослин;
- ✓ Розраховувати забруднення ґрунтів та рослин важкими металами;

#### **Навички**

- Вміння розраховувати показники забруднення ґрунтово-рослинного покриву політантами.
- Виконувати оцінку екологічної чистоти й якості сільськогосподарської продукції.

ЗМ-Л2. При вивченні змістовного модуля звернути увагу на природні та штучні радіонукліди в ґрунті; рівняння, що описують міграцію радіонуклідів в ґрунті; суть компартментних моделей перенесення радіонуклідів в системі «ґрунт – рослина»; рівняння, що описують міграцію радіонуклідів у посадках верби корзинової; рівняння, що описують накопичення радіонуклідів в системі «ґрунт – рослина – продукт переробки»; суть моделі TERRA; рівняння накопичення та переносу радіонуклідів по харчових ланцюжках; шляхи формування дози опромінення населення.

При вивченні тем користуватись літературними джерелами №1, №2 та №4.

#### Питання для самоперевірки ЗМ-Л2

1. Що лежить в основі прогнозування транспорту радіонуклідів в агроценозах? №1, стор. 62-63.
2. Як пов'язаний стан компартментів із швидкістю переносу радіонуклідів між ними? №1, стор. 66-67.
3. Які потоки радіонуклідів розглядаються в компартментній моделі міграції радіонуклідів в ґрунті? №1, стор. 68-70.
4. Які рівняння в моделі ECOSYS описують вплив агрохімічних заходів на зменшення активності радіонуклідів в рослинах? №1, стор. 87-88.
5. Опишіть моделювання впливу обробки сільськогосподарської продукції на вміст радіонуклідів в продуктах харчування. №1, стор. 88-89.
6. Від чого залежить швидкість поглинання радіонуклідів коренем рослин? №1, стор. 78-80.
7. В чому полягає суть функцій розподілу поглинених рослиною радіонуклідів? №1, стор. 81-83.

8. Які моделі використовують для оцінки доз опромінення населення за рахунок водних шляхів міграції радіонуклідів? №2, стор. 220-222.
9. Що лежить в основі прогнозування транспорту радіонуклідів в агросфері? №2, стор. 217-220.
10. Від чого залежить накопичення активності в продуктах тваринницького походження? №2, стор. 227-231.
11. Які шляхи формування дози опромінення людей? №2, стор. 221-231.
12. Від чого залежить надходження радіонуклідів в організм людини? №2, стор. 233-241.
13. Які принципи розрахунку дози опромінення людини? №2, стор. 241-245.

**Питання, що формують базові результати:**

1. В чому суть компартментної моделі перенесення радіонуклідів в системі "грунт - рослина"? №1, стор. 63-65.
2. Охарактеризуйте підмодель переносу радіонуклідів у системі грунт-рослина в моделі ECOSYS, запропонованої Muller і Prohl. №1, стор. 83-84.
3. Які процеси розглядаються в моделі міграції радіонуклідів у посадках верби корзинової? №1, стор. 70-72.
4. Які процеси враховуються при моделюванні міграції радіонуклідів по харчових ланцюжках? №2, стор. 206-209.

**Базові результати навчання. Знати:**

- ✓ методів моделювання забруднення ґрунтів, рослин та продуктів їх переробки радіонуклідами.

***Вміти:***

- ✓ Розраховувати забруднення ґрунтово-рослинного покриву агрохімічними засобами;
- ✓ Оцінити вплив забруднення на якість ґрунтів та продукції рослинництва;
- ✓ Розраховувати забруднення ґрунтово-рослинного покриву радіонуклідами;
- ✓ Розраховувати накопичення активності в продукції рослинництва;
- ✓ Оцінити рівень небезпечності радіонуклідів в первинному біологічному продукті та в продуктах переробки.

***Навички***

- ✓ Вміння розраховувати показники забруднення ґрунтово-рослинного покриву полютантами.
- ✓ Виконувати оцінку екологічної чистоти й якості сільськогосподарської продукції.

ЗМ-ЛЗ. При вивченні модуля звернути увагу на основні принципи організації полігонних спостережень; контролюючи параметри при маршрутних формах спостережень; методи контролю динаміки вологи в ґрунті; методи контролю забруднення ґрунтово-рослинного покриву важкими металами та радіонуклідами; методи контролю забруднення ґрунтово-рослинного покриву пестицидами; моніторинг і оцінку зрошувальних ґрунтів; методи оцінки екологічного стану забруднених ґрунтів і рекомендацій щодо зниження забруднення ґрунтово-рослинного покриву.

При вивченні тем користуватись літературними джерелами №1 та №4.

### Питання для самоперевірки ЗМ-ЛЗ

1. Назвіть профілактичні і активні заходи щодо зменшення забруднення ґрунтів. №1, стор. 92-95.
2. Які виникають проблеми при використанні в сільському господарстві пестицидів і добрив? №1, стор. 95-97.
3. Розгляньте метод спостережень забруднення ґрунтово-рослинного покриву пестицидами. №1, стор. 97-100.
4. Опишіть метод спостережень забруднення ґрунтово-рослинного покриву важкими металами. №1, стор. 100-103.
5. Якій існує метод спостереження за забрудненням ґрунтово-рослинного покриву радіонуклідами? №1, стор. 100-103.
6. Охарактеризуйте методику оцінки засолення зрошуваних ґрунтів. №4, стор. 268-276.
7. Як оцінюється осолонцювання зрошуваних ґрунтів? №4, стор. 268-276.
8. Як за класифікацією Комітету ЮНЕСКО оцінюється мінералізація ґрунтових вод? №4, стор. 268-276.
9. Які існують типи екологічних ситуацій забруднення ґрунтів? №4, стор. 188-192.
10. Наведіть приклад показників гранично допустимої концентрації для важких металів в ґрунті і рослинах. №4, стор. 188-192.
11. Яка існує класифікація забруднення ґрунтів радіонуклідами? №4, стор. 302-318.

### **Питання, що формують базові результати:**

1. У чому полягає суть метода дослідження за рівнем хімічного забруднення ґрунту? №1, стор. 95-97.
2. В чому є суть метода контролю забруднення зрошуваних земель? №4, стор. 268-276.
3. Які існують агрохімічні заходи щодо зниження антропогенного забруднення полювантами? №4, стор. 302-318.

4. Які рекомендуються способи ведення сільськогосподарського виробництва і застосування агротехнічних заходів при різних ступенях забруднення? №4, стор. 302-318.

**Базові результати навчання. Знати:**

- ✓ методів контролю динаміки вологи в ґрунті;
- ✓ методів контролю забруднення ґрунтово-рослинного покриву важкими металами та радіонуклідами;
- ✓ методів контролю забруднення ґрунтово-рослинного покриву пестицидами;
- ✓ методів контролю забруднення зрошуваних земель.

**Вміти:**

- ✓ Розраховувати рівень засолення та осолонцювання зрошуваних ґрунтів, надавати оцінку їх екологічному стану;
- ✓ Розраховувати забруднення ґрунтів пестицидами;
- ✓ Оцінити рівень небезпечності пестицидів для ґрунтів, водоймищ та рослин;
- ✓ Розраховувати забруднення ґрунтів та рослин важкими металами;
- ✓ Оцінити вплив забруднення на якість ґрунтів та продукції рослинництва;
- ✓ Розраховувати забруднення ґрунтово-рослинного покриву радіонуклідами;
- ✓ Розраховувати накопичення активності в продукції рослинництва;
- ✓ Оцінити рівень небезпечності радіонуклідів в первинному біологічному продукті та в продуктах переробки.

**Навички**

- ✓ Вміння розраховувати показники забруднення ґрунтово-рослинного покриву полютантами.
- ✓ Виконувати оцінку екологічної чистоти й якості сільськогосподарської продукції.

**Питання для самоперевірки для практичних тем ЗМ-П1**

Питання до самоперевірки практичної роботи № 1

1. Яка оцінка надається стану зрошеного ґрунту, якщо залягання ґрунтових вод більше критичної? №1, стор.8.
2. Дайте визначення глибині залягання ґрунтових вод? №1, стор.7.
3. Як розраховується ступінь засоленості ґрунтів? Як визначити хімізм (тип) засолення ґрунтів? №1, стор.9.
4. Назвіть типи засолення ґрунтів за аніонним складом спираючись на класифікацію Базілевич Н.І, Панкової І.І. №1 стор.9.
5. Яку класифікацію використовують для оцінки мінералізації ґрунтових вод? №1, стор.8.

6. Як визначити ступінь солонцюватості ґрунтів? №1, стор.10.
7. За якою класифікацією оцінюється ступінь осолонцювання ґрунтів? №1, стор.10.
8. За якими параметрами визначають стан зрошуваних земель? №1, стор.8.

#### Питання до самоперевірки практичної роботи № 2

1. Дайте визначення пестицидам? № 2, стор.6
2. За якою формулою визначається тимчасова допустима концентрація пестициду? В яких одиницях вона вимірюється? № 2, стор.7.
3. За якою формулою встановлюється ступінь небезпеки пестициду? № 2, стор.8.
4. Як визначити середньозважений ступінь небезпеки сортименту пестицидів? № 2, стор.8.
5. За яким виразом обчислюється екотоксикологічна доза токсикантів? № 2, стор.9.
6. Назвіть позитивні та негативні дії агрохімічних засобів на ґрунт? № 2, стор.14.
7. Які добрива та меліоранти створюють найбільшу загрозу в накопиченні важких металів перших двох класів токсичності? № 2, стор.16.
8. До яких змін у здатності рослин накопичувати важкі метали призводить підвищення кислотності ґрунтів, що спостерігається внаслідок внесення мінеральних добрив? № 2, стор.17.

#### Питання до самоперевірки практичної роботи № 3

1. Яка вихідна інформація використовується для розрахунків? №1, стор. 24-25.
2. Яким чином у файлі «LNMOD2.dat» в моделі ураховується кількість і якість зрошувальних вод. ? №1, стор.26-27.
3. За якою формулою розраховується функція впливу засолення на екологічну чистоту ґрунту? №1, стор.22.
4. Як розраховується функція впливу внесення кількості (норм) фосфогіпсу при визначенні процесу засолення? №1, стор. 22.
5. Як розраховується функція впливу часу внесення фосфогіпсу при визначенні процесу засолення? №1, стор. 23.
6. Як розраховується функція впливу осолонцювання на екологічну чистоту ґрунту? № 1, стор.23.
7. Як розраховується функція впливу внесення кількості (норм) фосфогіпсу при визначенні процесу осолонцювання? №1, стор. 23.

- 8 Як розраховується функція впливу часу внесення фосфогіпсу при визначенні процесу осолонцювання? № 1, стор.23.

#### Питання до самоперевірки практичної роботи № 4

- 1 Яка вихідна інформація використовується для розрахунків? №1, стор. 24-25.
- 2 Яким  $inf$  (?) описується концентрація важких металів в ґрунті?
- 2 Як розраховується швидкість надходження важких металів у рослину? №1, стор. 32.
- 3 За якою формулою розраховується функція впливу важких металів на екологічну чистоту всієї рослини? № 1, стор.33.
- 4 За якою формулою розраховується коефіцієнт фітотоксичності? № 1, стор.33.
- 5 За якою формулою розраховується накопичення важких металів в окремих органах рослин? №1, стор. 34
- 6 Як визначається продуктивність рослин в залежності від впливу забруднення важкими металами? №1, стор. 34.

#### Питання до самоперевірки практичної роботи № 5

1. Яка вихідна інформація використовується для проведення розрахунків? №1, стор. 43-44.
2. Яким  $sol$  (?) описується концентрація радіонуклідів в ґрунті? №1, стор. 46.
3. Яким чином у файлі «esplant. dat» в моделі ураховується концентрація радіонукліду у зрошувальній воді? №1, стор. 45.
4. За якою формулою розраховується активність радіонукліду яка утримується наземною частиною рослин при поливі? №1, стор. 38.
5. За якою формулою визначається активність радіонукліду за рахунок надходження через листя? №1, стор. 39.
6. За якою формулою визначається активність радіонукліду за рахунок кореневого поглинання? №2, стор. 40.
7. Як розраховується вплив агрохімічних властивостей ґрунту на активність радіонукліду? №2, стор. 40.
8. За якою формулою визначається концентрація активності в продукті переробки? №2, стор. 43.
9. Які існують коефіцієнти накопичення ґрунт-рослина? №1, стор. 42.
10. Які існують коефіцієнти зміни концентрації радіонукліду в продукті переробки? №1, стор. 43.

Практичні заняття забезпечені методичними вказівками:

1. Жигайло О.Л., Колосовська В.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Моделювання антропогенного забруднення ґрунтів та методи контролю» для магістрів денної та заочної форм, 1-го та 2-го року навчання за спеціальностями: 101 «Екологія»; 103 «Науки про Землю». Одеса. ОДЕКУ. 2021 р. 59 с.
2. Жигайло О.Л., Колосовська В.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Моделювання антропогенного забруднення ґрунтів та методи контролю» за темою « Оцінка і прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами» для магістрів денної та заочної форм, 1-го та 2-го року навчання за спеціальностями: 101 «Екологія»; 103 «Науки про Землю» Одеса. ОДЕКУ. 2022 р. 28 с.
3. Жигайло О.Л. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни "Моделювання антропогенного забруднення ґрунтів та методи контролю" для магістрів V курсу аспірантської та магістерської підготовки зі спеціальності "Метеорологія" й "Екологія". Одеса, ОДЕКУ. 2009 р. 36 с.

## 4.ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

### 4.1 Тестові завдання до модульної контрольної роботи ЗМ-Л1

- 1 Які моделі є прикладом моделювання процесів забруднення навколишнього середовища?**  
Джерело №1, розділ 1, стор. 9.
- 2 Що розуміють під системним аналізом?**  
Джерело №1, розділ 1, стор. 11.
- 3 Основні елементи системного аналізу:**  
Джерело №1, розділ 1, стор. 10-11.
- 4 Дайте визначення моделюванню.**  
Джерело №1, розділ 1, стор. 10.
- 5 Що таке сценарій?**  
Джерело №1, розділ 1, стор. 11.
- 6 Які існують підходи до моделювання природних систем?**  
Джерело №1, розділ 1, стор. 13-17.
- 7 Соціально-екологічні функції ґрунтів це:**  
Джерело №1, розділ 1, стор. 18-19.
- 8 Яким рівнянням описується забруднення ґрунтів пестицидами у разі одновимірного руху розчину в пористому середовищі?**  
Джерело №1, розділ 2, стор. 22.
- 9 Рівняння, що описує процес розчинення і розпаду пестицидів в ґрунті:**  
Джерело №1, розділ 2, стор. 23.
- 10 За якою формулою розраховується процес розпаду пестицидів у ґрунті у «точковій» моделі?**  
Джерело №1, розділ 2, стор. 23.
- 11 Якою функцією описується клас небезпечності пестициду за класифікацією М. С. Соколова і Б. Н. Стрекозова?**  
Джерело №1, розділ 2, стор. 25.
- 12 Якою функцією описується бал небезпечності пестициду за класифікацією М. С. Соколова і Б. Н. Стрекозова?**  
Джерело №1, розділ 2, стор. 25.
- 13 До якої групи небезпечності належать пестициди, якщо за комплексом факторів  $F = \sum_{i=1}^N \mu(x_i) \leq 13$  ?**  
Джерело №1, розділ 2, стор. 27.



**14 До якої групи небезпечності належать пестициди, якщо за**

**комплексом факторів  $F = 13 \langle \sum_{i=1}^N \mu(x_i) \leq 21 \rangle$ ?**

Джерело №1, розділ 2, стор. 27.

**15 До якої групи небезпечності належать пестициди, якщо за**

**комплексом факторів  $F = \sum_{i=1}^N \mu(x_i) \rangle 21$ ?**

Джерело №1, розділ 2, стор. 27.

**16 Як моделюється рух води в насиченому ґрунті?**

Джерело №1, розділ 2, стор. 28-29.

**17 Як моделюється рух води в ненасиченому ґрунті?**

Джерело №1, розділ 2, стор. 29.

**18 Рівняння що описує закон збереження води в елементарному об'ємі ґрунту:**

Джерело №1, розділ 2, стор. 29-30.

**19 Яка функція в моделі MODSOL описує забезпечення рослин азотом?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 53.

**20 Яка функція в моделі MODSOL описує забезпечення рослин фосфором?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 53.

**21 Яка функція в моделі MODSOL описує забезпечення рослин калієм?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 53.

**22 Рівняння, що описує процес впливу осолонцювання ґрунтів на продуктивність рослин:**

Джерело №1, розділ 3, стор. 54.

**23 Рівняння, що описує процес впливу засолення ґрунтів на продуктивність рослин:**

Джерело №1, розділ 3, стор. 55.

**24 Процес впливу токсичної дії важких металів на продуктивність рослин описується рівнянням:**

Джерело №1, розділ 3, стор. 57.

**25 За допомогою якої функції визначають вплив на продуктивність рослин норми внесення в ґрунт фосфогіпсу?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 55.

**26 За допомогою якої функції визначають вплив на продуктивність рослин норми внесення в ґрунт вапна?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 56.

**27 За якою формулою розраховується коефіцієнт фітотоксичності?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 57.

**28 Як моделюється накопичення важких металів рослиною?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 56-57.

- 29 Рівняння що описує накопичення важких металів у вегетативних органах рослини:**  
Джерело №1, розділ 3, стор. 59.
- 30 Рівняння, що описує накопичення важких металів у генеративних органах рослини:**  
Джерело №1, розділ 3, стор. 59.
- 31 Швидкість накопичення важких металів рослиною описується рівнянням:**  
Джерело №1, розділ 3, стор. 56.
- 32 Інтенсивність ФАР на верхній межі посіву описується рівнянням:**  
Джерело №2, розділ 7, стор.190-191.
- 33 Інтенсивність ФАР у посівах описується рівнянням**  
Джерело №2, розділ 7, стор.190-191.
- 34 Швидкість накопичення аскорбінової кислоти описується рівнянням:**  
Джерело №1, розділ 3, стор.60.
- 35 Рівняння, що в моделі «урожайність – динаміка вологості ґрунту» описує фізіологічні обмеження для культур першого типу:**  
Джерело №1, розділ 3, стор.43-44.
- 36 Рівняння, що в моделі «урожайність – динаміка вологості ґрунту» описує фізіологічні обмеження для культур другого типу:**  
Джерело №1, розділ 3, стор.43-44.
- 37 Яке рівняння в моделі урожаю кукурудзи на зерно описує умови зменшення передполивної вологості ґрунту нижче від критичного значення в період «15 листків – формування зерна»?**  
Джерело №1, розділ 3, стор.45-46.
- 38 Яке рівняння в моделі урожаю кукурудзи на зерно описує умови зменшення передполивної вологості ґрунту нижче від критичного значення в період «сходи – 15 листків»?**  
Джерело №1, розділ 3, стор.45-46.
- 39 Рівняння, що в моделі урожаю кукурудзи на зерно описує умови зменшення передполивної вологості ґрунту нижче від критичного значення в період «формування зерна – молочно – воскова стиглість»:**  
Джерело №1, розділ 3, стор.45-46.
- 40 Яка модель описує прогнозування концентрації пестицидів в ґрунті?**  
Джерело №1, розділ 1, стор. 24.

#### **4.2 Тестові завдання до модульної контрольної роботи ЗМ-Л2**

- 1. Рівняння, що описує однократне забруднення радіонуклідами поверхні ґрунту**  
Джерело №1, розділ 2 , стор. 35.
- 2. Рівняння, що описує забруднення радіонуклідами ґрунту у випадку рівномірного випадання радіонуклідів протягом деякого проміжку часу:**  
Джерело №1, Розділ 2 , стор. 36.
- 3. Рівняння, що описує режим забруднення радіонуклідами ґрунту, коли радіоактивні випадання з перемінною інтенсивністю продовжуються протягом тривалого проміжку часу:**  
Джерело №1, Розділ 2 , стор. 36-37.
- 4. Які компартменти входять в модель міграції радіонуклідів «ґрунт - рослина» для корене – і бульбоплодів?**  
Джерело №1, Розділ 4 , стор. 65.
- 5. Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів з орного шару ґрунту:**  
Джерело №1, Розділ 4 , стор. 64.
- 6. Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів з підкореневої зони ґрунту:**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 64.
- 7. Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів з надземної частини рослин:**  
Джерело №1, Розділ 4 , стор. 64.
- 8. Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів з господарської цінної частини рослин:**  
Джерело №1, Розділ 4 , стор. 64.
- 9. Які компартменти входять в модель міграції радіонуклідів «ґрунт - рослина» для бобових рослин?**  
Джерело №1, Розділ 4 , стор. 67.
- 10. Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів у стеблах бобових рослин.**  
Джерело №1, Розділ 4 , стор. 68.
- 11. Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів у листях бобових рослин.**  
Джерело №1, Розділ 4 , стор. 68.
- 12. Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів у стручках бобових рослин.**  
Джерело №1, Розділ 4 , стор. 68.
- 13. Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів у насінні бобових рослин.**

- Джерело №1, Розділ 4, стор. 68.
- 14. Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів у коріннях бобових рослин.**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 68.
- 15. Яким рівнянням описується міграція радіонуклідів в статистичній моделі?**  
Джерело №1, Розділ 4 стор. 70.
- 16. Рівняння, що описує формування дози опромінення людини за рахунок питної води.**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 221.
- 17. Рівняння, що описує формування дози опромінення людини за рахунок риби та рибної продукції.**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 222.
- 18. Як моделюється загальна активність радіонуклідів в рослині в моделі ECOSYS ?**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 86.
- 19. Як в моделі ECOSYS визначається активність радіонуклідів в рослині від надходження через листя?**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 86-87.
- 20. Як в моделі ECOSYS визначається активність радіонуклідів в рослині від кореневого надходження?**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 87-88.
- 21. Як в моделі ECOSYS моделюється процес накопичення активності у готовому до вживання продукті?**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 89.
- 22. Рівняння, що описує вплив вмісту гумусу в ґрунті на накопичення радіонуклідів коріннями рослин:**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 226-227.
- 23. Рівняння, що описує вплив кислотності ґрунту на накопичення радіонуклідів коріннями рослин:**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 226-227.
- 24. Рівняння, що описує вплив вмісту калію в ґрунті на накопичення радіонуклідів коріннями рослин:**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 226-227.
- 25. Рівняння, що описує активність радіонуклідів в продуктах тваринного походження:**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 227.
- 26. Рівняння, що описує надходження активності радіонуклідів в організм тварин з питною водою:**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 230.
- 27. Рівняння, що описує рівень надходження радіонуклідів в організм людини:**

- Джерело №2, Розділ 7, стор. 231.
- 28.Яка зернова культура найінтенсивніше накопичує радіоцезій?**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 241.
- 29.Яка зернова культура найінтенсивніше накопичує радіостронцій?**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 242.
- 30.Від яких агрохімічних властивостей ґрунтів показників залежить величина надходження радіонуклідів у зерно?**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 242-243.
- 31.Яке призначення моделі міграції радіонуклідів у посадках верби корзинової?**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 70-71.
- 32.Основні концептуальні положення моделі міграції радіонуклідів у посадках верби корзинової.**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 71.
- 33.Рівняння, що описує накопичення радіонуклідів у підземній частині верби корзинової:**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 82.
- 34.Рівняння, що описує накопичення радіонуклідів у надземній частині верби корзинової:**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 82.
- 35.Рівняння, що описує накопичення радіонуклідів у функціонуючих листках верби корзинової:**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 82.
- 36.Рівняння, що описує накопичення радіонуклідів у зелених пагонах верби корзинової:**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 82-83.
- 37.Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів в агроєкосистемах за статичними моделями:**  
Джерело №2,розділ 7, стор. 206.
- 38.Як розраховується надходження радіонуклідів в рослинному ланцюжку?**  
Джерело №2,розділ 7, стор. 207.
- 39.Як розраховується надходження радіонуклідів у молочних ланцюжках?**  
Джерело №2,розділ 7, стор. 207-208.
- 40.Як розраховується надходження радіонуклідів у м'ясних ланцюжках?**  
Джерело №2,розділ 7, стор. 209.

#### 4.3 Тестові завдання до модульної контрольної роботи ЗМ-ЛЗ

- 1. Які існують типи екологічних ситуацій забруднення ґрунтів політантами?**  
Джерело №4, Розділ 8 , стор. 151.
- 2. У якому горизонті ґрунту зосереджена максимальна концентрація елементів-забруднювачів?**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 96.
- 3. За ступенем небезпеки хімічні речовини поділяються на такі класи:**  
Джерело №4, Розділ 9 , стор. 188.
- 4. Основні показники небезпеки хімічних речовин такі:**  
Джерело №4, Розділ 9 , стор. 187.
- 5. Що таке тимчасово допустимий рівень (ТДР)?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 301.
- 6. Що називається Кларком?**  
Джерело №4, Розділ 9 , стор. 186.
- 7. Дайте визначення персистентності.**  
Джерело №4, Розділ 11 , стор. 250.
- 8. Що таке важки метали?**  
Джерело №4, Розділ 9 , стор. 184.
- 9. Дайте визначення пестицидам**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 98.
- 10. Що таке гранично допустима концентрація (ГДК)?**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 94.
- 11. Що характеризує параметр ЛД<sub>50</sub>?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 312.
- 12. Що характеризує параметр ЛД<sub>100</sub>?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 313.
- 13. При якій щільності поверхневого забруднення ґрунту радіоцезієм його рівень забруднення є низьким?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 318.
- 14. При якій щільності поверхневого забруднення ґрунту радіоцезієм його рівень забруднення є високим ?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 318.
- 15. При якій щільності поверхневого забруднення ґрунту радіостронцієм його рівень забруднення є низьким?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 319.
- 16. При якій щільності поверхневого забруднення ґрунту радіостронцієм його рівень забруднення є високим ?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 319.

- 17.3 яким хімічним елементом важливим для рослин  $^{90}\text{Sr}$  має схожі хімічні властивості?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 305.
- 18.3 яким хімічним елементом важливим для рослин  $^{137}\text{Cs}$  має схожі хімічні властивості?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 305.
- 19.Рівень забруднення (ГДК) ґрунту свинцем:**  
Джерело №4, Розділ 9 , стор. 194-195.
- 20.Рівень забруднення (ГДК) ґрунту ртуттю:**  
Джерело №4, Розділ 9 , стор. 194-195.
- 21.Рівень забруднення (ГДК) ґрунту кадмієм:**  
Джерело №4, Розділ 9 , стор. 194-15.
- 22.Які показники оцінюються при контролі якості зрошувальних земель?**  
Джерело №4, Розділ 12 , стор. 269.
- 23.Як визначається хімізм засолення зрошуваних ґрунтів?**  
Джерело №4, Розділ 12 , стор. 270.
- 24.Як визначається ступінь осолонцювання зрошувальних земель?**  
Джерело №4, Розділ 12 , стор. 272.
- 25.Як визначається ступінь засолення зрошувальних земель?**  
Джерело №4, Розділ 12 , стор. 273.
- 26.Яким чином складається проба ґрунту для оцінки майданного забруднення ґрунту пестицидами?**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 99.
- 27.В якому шарі ґрунту береться проба забруднення ґрунту пестицидами, маса цієї проби?**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 99.
- 28.Розміри ґрунтового шурфу при вивченні вертикальної міграції пестицидів становлять:**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 100.
- 29.Маса початкового зразка ґрунту для оцінки вертикальної міграції пестицидів повинна бути:**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 100.
- 30.Яку наважку відбирають для хімічного аналізу пестицидів в ґрунті в лабораторії?**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 100.
- 31.Термін спостережень за рівнем забруднення ґрунтів важкими металами:**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 101.
- 32.Розмір ключових ділянок для спостереження за рівнем забруднення важкими металами:**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 101.

- 33. Яка повинна бути кількість ключових ділянок при спостереженні за рівнем забруднення важкими металами?**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 101.
- 34. За якою формулою визначається сумарний показник концентрації асоціації елементів забруднення?**  
Джерело №1, Розділ 5 , стор. 104.
- 35. Одиниці вимірювання радіонуклідів в ґрунті?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 304.
- 36. Якщо складається сприятлива ситуація забруднення ґрунтів пестицидами, то рекомендується:**  
Джерело №4, Розділ 10 , стор. 304.
- 37. Якщо складається задовільна ситуація забруднення ґрунтів пестицидами, то рекомендується:**  
Джерело №4, Розділ 10 , стор. 262.
- 38. Коли складається передкризова ситуація забруднення ґрунтів пестицидами, рекомендується:**  
Джерело №4, Розділ 10 , стор. 263.
- 39. Які методи захисту ґрунтів потрібно використовувати, якщо складається кризова ситуація забруднення ґрунтів радіонуклідами?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 320-322.
- 40. Які методи захисту ґрунтів потрібно використовувати, якщо складається катастрофічна ситуація забруднення ґрунтів радіонуклідами?**  
Джерело №4, Розділ 15 , стор. 320-322.



#### 4.4 Тестові завдання до залікової контрольної роботи

**1 Дайте визначення моделюванню.**

Джерело №1, розділ 1, стор. 10.

**2 Що розуміють під системним аналізом?**

Джерело №1, розділ 1, стор. 11.

**3 Що таке сценарій?**

Джерело №1, розділ 1, стор. 11.

**4 До якої групи небезпечності належать пестициди, якщо за**

**комплексом факторів  $F = \sum_{i=1}^N \mu(x_i) \leq 13$  ?**

Джерело №1, розділ 2, стор. 27.

**5 До якої групи небезпечності належать пестициди, якщо за**

**комплексом факторів  $F = 13 < \sum_{i=1}^N \mu(x_i) \leq 21$  ?**

Джерело №1, розділ 2, стор. 27.

**6 До якої групи небезпечності належать пестициди, якщо за**

**комплексом факторів  $F = \sum_{i=1}^N \mu(x_i) > 21$  ?**

Джерело №1, розділ 2, стор. 27.

**7 Як моделюється рух води в насиченому ґрунті?**

Джерело №1, розділ 2, стор. 28-29.

**8 Як моделюється рух води в ненасиченому ґрунті?**

Джерело №1, розділ 2, стор. 29.

**9 Яка функція в моделі MODSOL описує забезпечення рослин азотом?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 53.

**10 Яка функція в моделі MODSOL описує забезпечення рослин фосфором?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 53.

**11 Яка функція в моделі MODSOL описує забезпечення рослин калієм?**

Джерело №1, розділ 3, стор. 53.

**12 Рівняння, що описує процес впливу осолонцювання ґрунтів на продуктивність рослин:**

Джерело №1, розділ 3, стор. 54.

**13 Рівняння, що описує процес впливу засолення ґрунтів на продуктивність рослин:**

Джерело №1, розділ 3, стор. 55.

**14 Процес впливу токсичної дії важких металів на продуктивність рослин описується рівнянням:**

Джерело №1, розділ 3, стор. 57.

- 15 За допомогою якої функції визначають вплив на продуктивність рослин норми внесення в ґрунт фосфогіпсу?**  
Джерело №1, розділ 3, стор. 55.
- 16 За допомогою якої функції визначають вплив на продуктивність рослин норми внесення в ґрунт вапна?**  
Джерело №1, розділ 3, стор. 56.
- 17 Як моделюється накопичення важких металів рослиною?**  
Джерело №1, розділ 3, стор. 56-57.
- 18 Рівняння що описує накопичення важких металів у вегетативних органах рослини:**  
Джерело №1, розділ 3, стор. 59.
- 19 Рівняння, що описує накопичення важких металів у генеративних органах рослини:**  
Джерело №1, розділ 3, стор. 59.
- 20 Швидкість накопичення аскорбінової кислоти описується рівнянням:**  
Джерело №1, розділ 3, стор.60.
- 21 Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів з орного шару ґрунту:**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 64.
- 22 Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів з підкореневої зони ґрунту:**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 64.
- 23 Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів з надземної частини рослин:**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 64.
- 24 Рівняння, що описує міграцію радіонуклідів з господарської цінної частини рослин:**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 64.
- 25 Як моделюється загальна активність радіонуклідів в рослині в моделі ECOSYS ?**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 86.
- 26 Як в моделі ECOSYS визначається активність радіонуклідів в рослині від надходження через листя?**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 86-87.
- 27 Як в моделі ECOSYS визначається активність радіонуклідів в рослині від кореневого надходження?**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 87-88.
- 28 Як в моделі ECOSYS моделюється процес накопичення активності у готовому до вживання продукті?**  
Джерело №1, Розділ 4, стор. 89.
- 29 Рівняння, що описує вплив вмісту гумусу в ґрунті на накопичення радіонуклідів коріннями рослин:**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 226-227.

- 30 Рівняння, що описує вплив кислотності ґрунту на накопичення радіонуклідів коріннями рослин:**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 226-227.
- 31 Рівняння, що описує вплив вмісту калію в ґрунті на накопичення радіонуклідів коріннями рослин:**  
Джерело №2, Розділ 7, стор. 226-227.
- 32 Що таке тимчасово допустимий рівень (ТДР)?**  
Джерело №4, Розділ 15, стор. 301.
- 33 Що називається Кларком?**  
Джерело №4, Розділ 9, стор. 186.
- 34 Дайте визначення персистентності.**  
Джерело №4, Розділ 11, стор. 250.
- 35 Що таке важки метали?**  
Джерело №4, Розділ 9, стор. 184.
- 36 Що таке гранично допустима концентрація (ГДК)?**  
Джерело №1, Розділ 5, стор. 94.
- 37 При якій щільності поверхневого забруднення ґрунту радіоцезієм його рівень забруднення є низьким?**  
Джерело №4, Розділ 15, стор. 318.
- 38 При якій щільності поверхневого забруднення ґрунту радіоцезієм його рівень забруднення є високим ?**  
Джерело №4, Розділ 15, стор. 318.
- 39 При якій щільності поверхневого забруднення ґрунту радіостронцієм його рівень забруднення є низьким?**  
Джерело №4, Розділ 15, стор. 319.
- 40 При якій щільності поверхневого забруднення ґрунту радіостронцієм його рівень забруднення є високим ?**  
Джерело №4, Розділ 15, стор. 319.
- 41 Які показники оцінюються при контролі якості зрошувальних земель?**  
Джерело №4, Розділ 12, стор. 269.
- 42 Як визначається хімізм засолення зрошуваних ґрунтів?**  
Джерело №4, Розділ 12, стор. 270.
- 43 Як визначається ступінь осолонцювання зрошувальних земель?**  
Джерело №4, Розділ 12, стор. 272.
- 44 Як визначається ступінь засолення зрошувальних земель?**  
Джерело №4, Розділ 12, стор. 273.

## ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Основна

1. Жигайло О.Л. Моделювання антропогенного забруднення ґрунтово-рослинного покриву та методи контролю: конспект лекцій. Дніпропетровськ: «Економіка», 2005. 107 с.
2. Сафранов Т.А., Польовий А.М., Коніков Є.Г., Ротар М.Ф., Ільїна В.Г., Паєвська Л.А., Сучков І.О. Антропогенне забруднення геологічного середовища та ґрунтово-рослинного покриву: навчальний посібник. Одеса: Вид-во “ТЭС”, 2003. 260 с. [ стор. 188-200, 206-216, 220-244].
3. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навч. посібник. Київ: Либідь, 2003. 208 с.
4. Польовий А.М., Жигайло О.Л. Раціональне використання природних ресурсів в галузях АПК: навчальний посібник. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2021. 270 с.
5. Репозитарій бібліотеки Одеського державного екологічного університету. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/>

### Додаткова

1. Гранично допустимі концентрації хімічних речовин у ґрунті (ГДК): [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/v2264400-80>. Назва з екрана.
2. Носок Б. С., Прістер Б.С., Лобода М.В. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. Ін-т агрокол. та біотехнології УААН. Київ: Урожай, 1994. 336 с.
3. Фокин А.Д., Лур'є, а А.А, Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. М.: Дрофа, 2005. 367с.
4. Холоша В.І. Атлас. Україна. Радіоактивне забруднення. Розроблено ТОВ «Інтелектуальні системи ГЕО» на замовлення Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://radatlas.isgeo.com.ua/>. Назва з екрана.