

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. Г. КОРОЛЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ТА МЕНЕДЖМЕНТУ
КАФЕДРА БОТАНІКИ, ЕКОЛОГІЇ ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ
БІОЛОГІЇ**

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

навчально-методичний посібник для виконання практичних і самостійних
робіт



Полтава – 2025

УДК 502.175(072.8)

C40

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Дерев'янка Т. В. – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри біології, здоров'я людини та фізичної реабілітації Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Алексеева с. В. – доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу дидактики Інституту педагогіки НАПН України.

УКЛАДАЧІ:

Дяченко-Богун М. М. – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Гомля Л. М. - кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Шкура Т. В. - кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Красовський В. В. – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, директор Хорольського ботанічного саду.

Рокотянська В. О. – кандидат сільськогосподарських наук, асистент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Сагайдак В. Р. - асистент кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Затвердила вчена рада Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка (протокол__ від ____202__ р.).

© ПНПУ імені В.Г. Короленка , 2025

©Дяченко –Богун М.М, Гомля Л.М., Шкура Т.В.,

Красовський В.В., Рокотянська В.О., Сагайдак В.Р., 2025

Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч.-метод.
С-40 посібник для підготовки здобувачів другого рівня вищої освіти, напряму
підготовки 101 Екологія / уклад.: Дяченко-Богун М. М., Гомля Л. М.,
Шкура Т. В. та ін. – Полтава : ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2025. – 30 с.

Навчально-методичний посібник «Системний аналіз якості навколишнього середовища» для підготовки здобувачів другого рівня вищої освіти, напряму підготовки 101 Екологія. У навчальному посібнику запропоновано методичні рекомендації для виконання практичних і самостійних робіт з навчальної дисципліни, які допоможуть актуалізувати знання, що необхідні для засвоєння окремих теоретичних та практичних питань курсу. Інформаційно-освітній матеріал навчального посібника допоможе здобувачам другого рівня вищої освіти опанувати зміст курсу.

УДК 502.175(072.8)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Практичне заняття 1 (2 години): РОЗВИТОК СИСТЕМНИХ УЯВЛЕНЬ ТА НЕОБХІДНІСТЬ ВИНИКНЕННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ В ЕКОЛОГІЇ	6
Практичне заняття 2 (2 години): ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДОЛОГІЙ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ	9
Практичне заняття 3 (2 години): МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ	12
Практичне заняття 4 (4 години): СИСТЕМНЕ ПЛАНУВАННЯ, СТРАТЕГІЯ, ТАКТИКА ТА АНАЛІЗ ДІЙ	14
Практичне заняття 5 (2 години): КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМ	16
Практичне заняття 6 (2 години): СИСТЕМА ТА МОДЕЛЬ	19
Практичне заняття 7 (4 години): АНАЛІЗ ТА СИНТЕЗ В СИСТЕМНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ	21
Практичне заняття 8 (2 години): ЕКСПЕРТНІ МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ	23
Практичне заняття 9 (4 години): СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ГЛОБАЛЬНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	26
Практичне заняття 10 (4 години): СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЛОКАЛЬНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	28

ВСТУП

Системний аналіз якості навколишнього середовища виник внаслідок спроб практичного застосування результатів теорії систем до задач керування складними біологічними системами. Системний аналіз в загальному розумінні – це методологія дослідження таких властивостей та відношень в об'єктах, які важко спостерігаються та важко розуміються, за допомогою уявлення цих об'єктів у вигляді цілеспрямованих систем та вивчення їх властивостей, а також взаємних відношень як відношень між цілями та засобами їх реалізації.

Завдання дисципліни – вивчення теоретичних основ загальної теорії систем та набуття вмінь практичного застосування системного підходу і апарата системного аналізу під час раціонального природокористування, охорони біорізноманітності та дослідження складних екологічних явищ і процесів. Дисципліна є нормативною для магістрантів-екологів.

Предметом вивчення є складні біологічні системи.

Згідно з вимогами освітньо-кваліфікаційної характеристики магістранти повинні оволодіти :

знаннями:

- визначення та властивості системи, об'єднання, множини, утворення, основні рівні розуміння дослідником об'єктів довкілля;
- теоретичні основи проведення одно- та багатовимірних методів аналізу біологічних об'єктів;
- основні джерела наукової інформації про будь-які біологічні об'єкти чи екологічні явища;
- основні вимоги до розробки моделей популяцій і угруповань живих організмів;
- вимоги до оформлення результатів наукових досліджень у вигляді наукових звітів, публікацій.

уміти:

- давати екологічну оцінку стану природних компонентів довкілля, пояснювати процеси, що спостерігаються, з використанням одно- та багатовимірних методів аналізу біологічних об'єктів;
- прогнозувати екологічні зміни на підставі понятійно-термінологічного апарату,
- використовувати системний підхід до аналізу впливу екологічних факторів на біологічні об'єкти;
- застосовуючи системний підхід моделювати популяції живих організмів (рослин, мікроорганізмів, тварин із постійним і мінливим життєвим циклом);
- моделювати багаторівневі трофічні мережі;
- працювати з навчальною та науковою літературою у галузі екології для отримання інформації про природні процеси та явища.

Практичне заняття 1 (2 години): РОЗВИТОК СИСТЕМНИХ УЯВЛЕНЬ ТА НЕОБХІДНІСТЬ ВИНИКНЕННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ В ЕКОЛОГІЇ

Мета: з'ясувати особливості становлення загальної теорії систем, з'ясувати основні напрямки досліджень, передумови формування та основні етапи розвитку системного аналізу як розділу екологічної науки

Питання для обговорення

1. Сучасні уявлення про склад загальної теорії систем
2. Історія розвитку системних уявлень.
3. Основні напрямки системних досліджень.
4. Передумови та необхідність виникнення системного підходу.
5. Предмет системного аналізу.

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Методи екологічних досліджень.
2. Основні проблеми та наукові напрямки сучасної екології.
3. Історія екології, роль в екології системного підходу.
4. Передумови формування та основні етапи розвитку системного аналізу як розділу екологічної науки.

Практичні завдання

1. Назвати та вказати роль українських вчених у вивченні питань системного аналізу в екології.
2. Проілюструвати (схематично) місце системного аналізу якості навколишнього середовища в структурі екології та природничих наук.

Питання для самоперевірки

1. Концептуальна еволюція системного світогляду.
2. Становлення теорії систем.
3. Синергетика як новий напрям наукових досліджень.
4. Дослідження М.А. Ампера, Б. Трендовського, О.О. Богданова, Н. Вінера, Л. Берталанфі.
5. Тенденції загальної теорії систем.
6. Мета, особливості, задачі системного аналізу.

Рекомендовані джерела інформації

1. **Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.**
Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник для студентів 101 «Екологія». Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.
2. **Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.**
Екологічний моніторинг: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.

3. **Скіба Ю.А., Лазебна О.М.** *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.
4. **Лукашов Д.В.** *Моніторинг довкілля: навч. посібник.* Київ, 2022. 220 с.
5. **Ананьєва Т.В.** *Моніторинг довкілля: практикум.* Київ: Олді+, 2022. 172 с.
6. ISBN 978-966-289-592-6.
7. **Колонтай С.М.** *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник.* — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.
8. **Іванова Л.М.** *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону.* 2021. 120 с.
9. **Білокінь С.** *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації.* Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.
10. **Луценко В.І.** *Моніторинг довкілля з використанням електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем.* 2024. 150 с.

Практичне заняття 2 (2 години): ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДОЛОГІЙ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Мета: з'ясувати особливості різних методологій системного аналізу, основні етапи розв'язування проблем; опанувати поняття життєвого циклу системи; дослідити методологію системного дослідження, орієнтовану на дослідження існуючих біологічних систем та виявлення екологічних проблем.

Питання для обговорення

1. Етапи системного розв'язання проблем.
2. Послідовність етапів і робіт системного аналізу.
3. Методологія системного дослідження, орієнтована на дослідження існуючих біологічних систем та виявлення екологічних проблем.
4. Зміст системних рис методологій розв'язання складних проблем.
5. Аналіз методологій системного розв'язання проблем.
6. Прикладні застосування методологій системного аналізу.

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Порівняти особливості реалізації етапів системних досліджень сформульовані різними школами системних аналітиків.
2. Розшифрувати поняття: методологія, метод, нотації, засоби.

Практичні завдання

1. Проаналізувати методології розв'язання різних проблем, знайти спільні та відмінні риси.
2. Заповнити таблицю, вказавши особливості реалізації етапів системних досліджень сформульовані різними школами системних аналітиків

За С.Л.Оптнером	За С.Янгом	За Н.П.Федоренком	За С.П.Никаноровим	За Ю.І.Черняком	За Ф.І.Перегудовим і Ф.П.Тарасенком
1 . . 12.	1. . .10	1. . .8	1. . .11	1. .. 12.	1. . . 14

Питання для самоперевірки

1. Що визначає методологія?
2. Яким чином використовуються методи, нотації та засоби?
3. У чому полягає системність методології?
4. Які основні проблеми виникають при дослідженні та конструюванні складних систем та яким чином вони розв'язуються?
5. У чому полягає основна послідовність системного розв'язання проблем?
6. Чим відрізняються між собою методології системного аналізу?
7. В якій послідовності формуються загальні уявлення про систему?
8. Що потрібно виконати, щоб отримати поглиблене уявлення про систему?
9. Яким чином враховуються невизначеності в системі?
10. У чому сенс моделювання системи як етапу її дослідження?
11. Які дії виконуються під час супроводу системи?

Рекомендовані джерела інформації:

1. **Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.**
Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник для студентів 101 «Екологія». Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.
2. **Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.**
Екологічний моніторинг: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.

3. **Скіба Ю.А., Лазебна О.М.** *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.
4. **Лукашов Д.В.** *Моніторинг довкілля: навч. посібник.* Київ, 2022. 220 с.
5. **Ананьєва Т.В.** *Моніторинг довкілля: практикум.* Київ: Олді+, 2022. 172 с.
6. ISBN 978-966-289-592-6.
7. **Колонтай С.М.** *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник.* — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.
8. **Іванова Л.М.** *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону.* 2021. 120 с.
9. **Білокінь С.** *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації.* Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.
10. **Луценко В.І.** *Моніторинг довкілля з використанням електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем.* 2024. 150 с.

Практичне заняття 3 (2 години): МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ

Мета: з'ясувати особливості різних підходів до дослідження систем, встановити основні проблеми створення різних моделей у системному аналізі; з'ясувати сутність методу “чорної скрині”. Виявити проблеми оптимізації в системному аналізі та моделюванні біологічних систем.

Питання для обговорення

1. Послідовність дослідження систем за допомогою аксіоматичного підходу.
2. Емпірико-статистичні моделі як розвиток поняття “чорна скриня”.
3. Роль оптимізації в системному аналізі.
4. Переваги та недоліки імітаційних моделей.

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Пізнавальний та прагматичний аспекти моделювання.
2. Основні види подібності моделі до оригіналу.
3. Структура взаємозв'язків між системою, моделлю та дослідником.
4. Реалізація основних функцій моделей.
5. Послідовність досліджень при аксіоматичному підході.
6. Послідовність формування оптимізаційної моделі
7. Вимоги до імітаційної моделі.

Практичні завдання

1. Вказати основні складові елементи екосистеми та її окремих підсистем.
2. Описати екосистему за допомогою моделі «чорної скриньки».

Питання для самоперевірки

1. Які припущення необхідні для побудови аксіоматичних моделей?
2. Яким вимогам повинні відповідати аксіоми?
3. У чому полягає процес побудови аксіоматичної моделі?
4. Окресліть сферу застосування аксіоматичного підходу.
5. У чому полягає сутність поняття “чорна скриня”?
6. Які складнощі побудови моделі системи у вигляді “чорної скрині”?
7. Невизначеність при побудові моделей “вхід-вихід”.
8. Які основні кроки дослідження систем за допомогою емпірико-статистичних моделей?
9. Що собою являє оптимізаційна модель?
10. Яким умовам повинна відповідати імітаційна модель для адекватного відображення процесів у системі?
11. Основні задачі моделей статичних систем.
12. Ідентифікація моделей.
13. Особливості застосування стохастичного підходу.
14. Методологія теоретико-множинного-інтервального підходу.
15. Основні етапи регресійного аналізу.

Рекомендовані джерела інформації

1. **Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.**
Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник для студентів 101 «Екологія». Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.
2. **Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.**
Екологічний моніторинг: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.
3. **Скіба Ю.А., Лазебна О.М.** *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.
4. **Лукашов Д.В.** *Моніторинг довкілля: навч. посібник.* Київ, 2022. 220 с.

5. **Ананьєва Т.В.** *Моніторинг довкілля: практикум*. Київ: Олді+, 2022. 172 с.
6. ISBN 978-966-289-592-6.
7. **Колонтай С.М.** *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник*. — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.
8. **Іванова Л.М.** *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону*. 2021. 120 с.
9. **Білокінь С.** *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації*. Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.
10. **Луценко В.І.** *Моніторинг довкілля з використанням електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем*. 2024. 150 с.

Практичне заняття 4 (4 години): СИСТЕМНЕ ПЛАНУВАННЯ, СТРАТЕГІЯ, ТАКТИКА ТА АНАЛІЗ ДІЙ

Мета: ознайомитися з різними шляхами системного планування, встановити особливості прямого та оберненого процесів системного планування, методів знаходження бажаних сценаріїв.

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Побудова ієрархії прямого процесу планування.
2. Побудова ієрархії оберненого процесу планування з генерацією нових елементів.
3. Методи знаходження базових сценаріїв з одним експертом та декількома акторами, що належать до ієрархії планування.

Практичні завдання

1. Побудувати ієрархічну схему моніторингового дослідження конкретного типу біогеоценозу.
2. Запропонувати варіант прямого планування та створення штучної екосистеми.

Питання для самоперевірки

1. Розкрийте сутність поняття “планування”, політика та план.
2. Які вимоги висуваються до структурування проблем?
3. У чому полягає формальний підхід до планування?
4. Сформулюйте особливості системного планування.
5. Чим викликана необхідність прямого та зворотного напрямку в стратегічному плануванні?
6. Охарактеризуйте основні види сценаріїв планування.
7. У чому полягають основні особливості акторів, які беруть участь у плануванні?
8. Розкрийте суть методів визначення бажаних сценаріїв у випадку одного експерта.
9. Яким чином визначаються бажані сценарії у випадку формування їх декількома факторами?

Рекомендовані джерела інформації

1. **Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.**
Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник для студентів 101 «Екологія». Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.
2. **Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.**
Екологічний моніторинг: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.
3. **Скіба Ю.А., Лазебна О.М.** *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.

4. **Лукашов Д.В.** *Моніторинг довкілля: навч. посібник*. Київ, 2022. 220 с.
5. **Ананьєва Т.В.** *Моніторинг довкілля: практикум*. Київ: Олді+, 2022. 172 с.
6. ISBN 978-966-289-592-6.
7. **Колонтай С.М.** *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник*. — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.
8. **Іванова Л.М.** *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону*. 2021. 120 с.
9. **Білокінь С.** *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації*. Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.
10. **Луценко В.І.** *Моніторинг довкілля з використанням електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем*. 2024. 150 с.

Практичне заняття 5 (2 години): КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМ

Мета: з'ясувати особливості підходів до класифікації різних систем (природного походження і штучних), сформулювати уявлення про складність наземних і водних екосистем, їх структуру та основні компоненти.

Питання для обговорення

1. Загальні підходи до класифікації систем.
2. Класифікація систем за принципом функціонування.
3. Поняття складності та масштабності систем.
4. Властивості складних систем.

5. Класифікація систем за способом керування.

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Складна система. Різноманіття живих систем.
2. Роль живої речовини в утворенні середовища існування.
3. Біосфера як цілісна система.
4. Різноманітність форм життя та біогенний кругообіг. Рівні організації живої матерії.
5. Екологія угруповань (синекологія) та екосистемологія.
6. Регуляція біосистем.
7. Екосистеми та біогеоценози.

Практичні завдання

1. Запропонувати класифікацію біогеоценозів за способом керування.
2. Скласти класифікацію біогеоценозів за ступенем урбанізації.

Питання для самоперевірки

1. Геоінформаційні системи.
2. Концепції складності систем.
3. Загальність та абстрактність систем.
4. Множинність
5. Цілісність.
6. Емерджентність.
7. Еквіпотенційність.
8. Синергізм.

Рекомендовані джерела інформації

1. **Медведева О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.**

Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник

для студентів 101 «Екологія». Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.

2. Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.

Екологічний моніторинг: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.

3. Скіба Ю.А., Лазебна О.М. *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.

4. Лукашов Д.В. *Моніторинг довкілля: навч. посібник.* Київ, 2022. 220 с.

5. Ананьєва Т.В. *Моніторинг довкілля: практикум.* Київ: Олді+, 2022. 172 с.

6. ISBN 978-966-289-592-6.

7. Колонтай С.М. *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник.* — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.

8. Іванова Л.М. *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону.* 2021. 120 с.

9. Білокінь С. *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації.* Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.

10. Луценко В.І. *Моніторинг довкілля з використанням електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем.* 2024. 150 с.

Практичне заняття 6 (2 години): СИСТЕМА ТА МОДЕЛЬ

Мета: встановити зв'язок між науковим пізнанням та моделюванням, системою та моделлю; ознайомитися з основними аспектами і функціями моделей та встановити шлях їх реалізації.

Питання для обговорення

1. Моделювання як спосіб наукового пізнання та його призначення в системному аналізі.
2. Поняття адекватності моделі.
3. Класифікація моделей.
4. Основні властивості моделей.

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Пізнавальний та прагматичний аспекти моделювання.
2. Основні види подібності моделі до оригіналу.
3. Структура взаємозв'язків між системою, моделлю та дослідником.
4. Реалізація основних функцій моделей.

Практичні завдання

1. Запропонувати модель дослідження природної і штучної екосистеми. Відмітити спільні та відмінні риси.
2. Описати структуру взаємозв'язків між системою, моделлю та дослідником у запропонованих моделях.

Питання для самоперевірки

1. У чому полягає пізнання за допомогою моделювання?
2. Що таке аналогія та яким чином вона використовується в моделюванні?
3. Дайте визначення поняття “модель”.

4. Який сенс моделювання з точки зору пізнання?
5. У чому сенс моделі як прагматичного засобу?
6. Розкрийте основні відмінності між моделлю та дійсністю.
7. Чому модель є простішою за оригінал?

Рекомендовані джерела інформації

1. Білявський Г. **Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.** *Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник для студентів 101 «Екологія».* Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.
2. **Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.** *Екологічний моніторинг: навч. посібник.* Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.
3. **Скіба Ю.А., Лазебна О.М.** *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.
4. **Лукашов Д.В.** *Моніторинг довкілля: навч. посібник.* Київ, 2022. 220 с.
5. **Ананьєва Т.В.** *Моніторинг довкілля: практикум.* Київ: Олді+, 2022. 172 с.
6. ISBN 978-966-289-592-6.
7. **Колонтай С.М.** *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник.* — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.
8. **Іванова Л.М.** *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону.* 2021. 120 с.
9. **Білокінь С.** *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації.* Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.

10.Луценко В.І. Моніторинг довкілля з використанням

електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем. 2024. 150 с.

Практичне заняття 7 (4 години): АНАЛІЗ ТА СИНТЕЗ В СИСТЕМНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Мета: сформувати уявлення проаналітичний та синтетичний підходи до дослідження складних систем, встановити характерні риси декомпозиції та агрегування. Визначити види агрегатів, що використовуються в системному аналізі та системні особливості моделей інформаційних систем та систем прийняття рішень.

Питання для обговорення

1. Аналітичний підхід до дослідження складних систем.
2. Повнота моделі. Декомпозиція та агрегування.
3. Види агрегатів системного аналізу.
4. Системні особливості моделей інформаційних систем

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Процедури декомпозиції та агрегування як основні процедури аналізу та синтезу.
2. Застосування конфігуратора, агрегатів-операторів та агрегатів-структур в системному моделюванні.
3. Аналіз прикладів моделей інформаційних систем та систем прийняття рішень.

Практичні завдання

1. Побудувати деревовидну модель ієрархічної структури екології.
2. Розробити модель місцевого плану дій з охорони довкілля.

Питання для самоперевірки

1. У чому полягає сутність аналізу?
2. Розкрийте значення аналітичного підходу в науковому пізнанні та практиці.
3. Які умови повинні бути виконані для досягнення результатів при аналітичному підході?
4. У чому полягає значення встановлення причинно-наслідкових зв'язків для аналітичного підходу?
5. Які основні особливості декомпозиції?
6. Для чого використовується агрегування в моделюванні складних систем?
7. Розкрийте сутність поняття “конфігуратор”, агрегати-оператори, Розкрийте сутність співвідношення “агрегат-структура”.
8. У чому полягає різниця між пасивним та активним експериментом?
9. Розкрийте особливості моделей інформаційних систем.
10. У чому полягає основна проблема моделювання?

Рекомендовані джерела інформації

1. **Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.**
Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник для студентів 101 «Екологія». Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.
2. **Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.**
Екологічний моніторинг: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.
3. **Скіба Ю.А., Лазебна О.М.** *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.
4. **Лукашов Д.В.** *Моніторинг довкілля: навч. посібник.* Київ, 2022. 220 с.
5. **Ананьєва Т.В.** *Моніторинг довкілля: практикум.* Київ: Олді+, 2022. 172 с.

6. ISBN 978-966-289-592-6.
7. **Колонтай С.М.** *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник.* — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.
8. **Іванова Л.М.** *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону.* 2021. 120 с.
9. **Білокінь С.** *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації.* Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.
10. **Луценко В.І.** *Моніторинг довкілля з використанням електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем.* 2024. 150 с.

Практичне заняття 8 (2 години): ЕКСПЕРТНІ МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Мета: встановити основні особливості експертних методів дослідження основні стадії експертного аналізу; з'ясувати сутність і можливості застосування методів (шляхів) отримання експертних оцінок.

Питання для обговорення

1. Загальна характеристика експертних методів у системному аналізі.
2. Основні стадії експертного аналізу.
3. Підбір експертів.
4. Методи (шляхи) отримання експертних оцінок
 - Метод “мозкового штурму”.
 - Метод Делфі.
 - Метод дерева цілей.

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Побудова дерева цілей складної проблеми.
2. Реалізація методу Делфі у вигляді ділової гри та аналіз отриманих результатів.
3. Технологія функціонально-вартісного аналізу існуючих продуктів і процесів.
4. Застосування методу сценаріїв.
5. Приклади ділових ігор.

Практичні завдання

1. Запропонувати різні шляхи отримання експертної оцінки для вирішення однієї екологічної проблеми (за вибором магістранта). Встановити переваги і недоліки кожного шляху.
2. Запропонувати і розробити ділову гру на екологічну тематику.

Питання для самоперевірки

1. На чому ґрунтується метод дерева цілей?
2. У чому полягають особливості основних класів проблем, до розв'язання яких застосовуються методи експертних оцінок?
3. Що є сутністю експертних оцінок?
4. Опишіть характерні особливості методу Делфі.
5. У чому полягає функціонально-фізичний аналіз?
6. У чому суть методу мозкового штурму?
7. У чому полягають особливості методу сценаріїв?
8. Що досягається шляхом побудови та реалізації ділових ігор?

Рекомендовані джерела інформації

1. **Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.**

Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник для студентів 101 «Екологія». Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.

2. **Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.**
Екологічний моніторинг: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.
3. **Скіба Ю.А., Лазебна О.М.** *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.
4. **Лукашов Д.В.** *Моніторинг довкілля: навч. посібник.* Київ, 2022. 220 с.
5. **Ананьєва Т.В.** *Моніторинг довкілля: практикум.* Київ: Олді+, 2022. 172 с.
6. ISBN 978-966-289-592-6.
7. **Колонтай С.М.** *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник.* — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.
8. **Іванова Л.М.** *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону.* 2021. 120 с.
9. **Білокінь С.** *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації.* Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.
10. **Луценко В.І.** *Моніторинг довкілля з використанням електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем.* 2024. 150 с.

Практичне заняття 9 (4 години): СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ГЛОБАЛЬНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета: з'ясувати особливості системного аналізу глобальних екологічних процесів, сформулювати уявлення про екосистемний рівень складних систем, встановити характерні риси динамічних процесів в екологічних системах.

Питання для обговорення

1. Сталий розвиток суспільства як об'єкт системного аналізу.
2. Характеристики угруповань різних природних екосистем та урбоекосистем.
3. Екологічний баланс.
4. Роль екотопу у біосфері та екосистемах.
5. Роль біотопу у наземних та водних екосистемах.

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Функціональна роль кліматопу і екотопу у функціонуванні екосистеми.
2. Функціональна роль фітоценозу, зооценозу та мікробіоценозу в організації екосистеми.

Практичні завдання

1. Провести моделювання біогеоценотичної ролі фітоценозу на прикладі функціонування екосистем хвойних, листяних лісів, лучних фітосистем.
2. Провести моделювання впливу на біосферу «парникового ефекту», озонових дір, експотенційного росту населення (на вибір магістранта).

Питання для самоперевірки

1. Характеристики угруповань.
2. Загальні особливості кліматопу та роль її складових у біосфері.
3. Функціональна роль ґрунту та підстилки.
4. Функціональна роль гідросфери.
5. Роль бактерій у наземних екосистемах.
6. Роль бактерій у водних екосистемах.
7. Продукційна роль тварин.

Рекомендовані джерела інформації

1. **Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.**
Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник для студентів 101 «Екологія». Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.
2. **Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.**
Екологічний моніторинг: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.
3. **Скіба Ю.А., Лазебна О.М.** *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.
4. **Лукашов Д.В.** *Моніторинг довкілля: навч. посібник.* Київ, 2022. 220 с.
5. **Ананьєва Т.В.** *Моніторинг довкілля: практикум.* Київ: Олді+, 2022. 172 с.
6. ISBN 978-966-289-592-6.
7. **Колонтай С.М.** *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник.* — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.
8. **Іванова Л.М.** *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону.* 2021. 120 с.
9. **Білокінь С.** *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації.* Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.

10.Луценко В.І. Моніторинг довкілля з використанням

електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем. 2024. 150 с.

Практичне заняття 10 (4 години): СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЛОКАЛЬНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета: з'ясувати особливості системного аналізу локальних екологічних процесів, сформуванати уявлення про популяційний рівень складних систем, встановити характерні риси автотрофних і гетеротрофних консорцій.

Питання для обговорення

1. Популяція як елемент екосистеми.
2. Стратегія популяцій.
3. Моніторинг популяцій.
4. Закономірності впливу екологічних чинників. Загальні принципи адаптації на рівні організму.
5. Індивідуальна консорція, як елементарна екологічна система та загальнобіологічне явище.

Питання, винесені на самостійне опрацювання

1. Структура популяцій.
2. Життєздатність популяцій.
3. Екологічна ніша.
4. Найважливіші абіотичні фактори та адаптації організмів до них

Практичні завдання

1. Провести моделювання конкретного біологічного забруднення гідросфери.

2. Провести моделювання росту картоплі в агроценозі.

Питання для самоперевірки

1. Популяційний ареал. Кількість особин.
2. Щільність популяції.
3. Вікова і статева структура популяцій.
4. Просторова, віталітетна і етологічна структура популяцій.
5. Історичний розвиток поняття «еконіша». Розмірність ніш і оцінка їх перекриття.
6. Спеціалізація і структуризація еконіш. Динаміка екологічних ніш.
7. Характеристика основних умов різних середовищ проживання компонентів біотопу екосистем.
8. Виникнення та розвиток уявлень про консорцію.

Рекомендовані джерела інформації:

1. **Медведєва О., Кропівний В., Мірзак Т., Немировський Я.**
Системний аналіз якості навколишнього середовища: навч. посібник для студентів 101 «Екологія». Кропивницький: ЦНТУ, 2021. 86 с.
2. **Боголюбов В.М., Сальнікова А.В., Ракоїд О.О.**
Екологічний моніторинг: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 200 с.
3. **Скіба Ю.А., Лазебна О.М.** *Моніторинг довкілля: практичний курс: навч. посібник.* Київ: Каравела, 2023. 216 с.
4. **Лукашов Д.В.** *Моніторинг довкілля: навч. посібник.* Київ, 2022. 220 с.
5. **Ананьєва Т.В.** *Моніторинг довкілля: практикум.* Київ: Олді+, 2022. 172 с.
6. ISBN 978-966-289-592-6.
7. **Колонтай С.М.** *Екологічний менеджмент та аудит: навч. посібник.* — Херсон: Олді-Плюс, 2020. 586 с.

- 8. Іванова Л.М.** *Оцінка екологічних ризиків та загроз від антропогенних навантажень на водні ресурси та здоров'я населення регіону.* 2021. 120 с.
- 9. Білокінь С.** *Супутниковий моніторинг ерозійно деградованих агроландшафтів: науково-методичні та практичні рекомендації.* Київ: Аграрна наука, 2024. 82 с.
- 10. Луценко В.І.** *Моніторинг довкілля з використанням електромагнітних і акустичних випромінювань об'єктів, існуючих наземних та космічних радіосистем.* 2024. 150 с.