

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до організації самостійної роботи, проведення практичних робіт
і виконання розрахунково-графічної роботи
з навчальної дисципліни

«СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ДОВКІЛЛЯ»

*(для студентів 2 курсу всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 101 – Екологія)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2019

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних робіт і виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Системний аналіз довкілля» (для студентів 2 курсу всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня спеціальності 101 – Екологія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Є. Г. Пономаренко, О. С. Ломакіна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 17 с.

Укладачі: канд. техн. наук Є. Г. Пономаренко,
ст. викл. О. С. Ломакіна

Рецензент

Ф. В. Стольберг, доктор технічних наук, завідувач кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст, протокол № 1 від 28 серпня 2018 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Структура навчальної дисципліни	5
2 Рекомендації та завдання щодо організації практичних занять і самостійної роботи	6
2.1 Види систем. Змінні, параметри, входи, виходи, границі, зв'язки. Графічне представлення систем.....	6
2.2 Приклади побудови систем.....	7
2.3 Системний аналіз та системний підхід.....	8
2.4 Етапи системного аналізу.....	8
2.5 Оцінка ефективності рішень та наслідків їх реалізації. Реалізація рішень.....	9
2.6 Моделювання в охороні довкілля.....	10
2.7 Задачі охорони довкілля, що потребують використання системного аналізу.....	11
2.8 Системний аналіз при дослідженні структури та функціонування природних екосистем.....	12
2.9 Системний аналіз при дослідженні техно-природних та природно-соціальних систем.....	13
3 Рекомендації щодо виконання розрахунково-графічної роботи	14
Список рекомендованої літератури	16
Додаток А Озеро Дальнєє як система для відтворення нерки	17

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Системний аналіз довкілля» має на меті надання студентам теоретичних знань та практичних навичок у галузі аналізу складних систем навколишнього середовища як основи для вивчення професійно-орієнтованих дисциплін, виконання кваліфікаційних робіт та розвинення аналітичних властивостей і системного мислення.

Завданням дисципліни є оволодіння студентами базовими знаннями з методології системного аналізу і забезпечення можливостей використання набутих знань та умінь для опису, аналізу, прогнозування стану систем довкілля та прийняття рішень в умовах обмеженості інформації.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: теоретичні основи, інструменти та методи системного аналізу якості навколишнього середовища; принципи застосування системного аналізу в екологічних і природоохоронних дослідженнях;

вміти: надавати системний опис об'єктів аналізу; виконувати структурний аналіз систем; застосувати принципи системного аналізу при аналізі екосистем та компонентів довкілля, визначати можливі шляхи та наслідки впливу на довкілля.

1 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1 Основні положення теорії систем та управління

Тема 1 Поняття системи.

Види систем. Змінні, параметри, входи, виходи, границі, зв'язки.

Графічне представлення систем. Приклади побудови систем.

Тема 2 Системний аналіз та системний підхід.

Понятійний апарат. Основні принципи. Сутність системного підходу.

Цілі. Методологія. Приклади використання.

Тема 3 Етапи системного аналізу.

Виявлення проблем та постановка цілей. Розробка варіантів и моделей прийняття рішень. Оцінка альтернатив та пошук рішення. Оцінка ефективності рішень та наслідків їх реалізації. Реалізація рішення.

Тема 4 Моделювання в охороні довкілля.

Види моделей. Принципи побудови моделей. Математичне моделювання. Дослідження систем на основі моделей.

Змістовий модуль 2 Природні, техно-природні та природно-соціальні системи довкілля

Тема 5 Задачі охорони довкілля, що потребують використання системного аналізу.

Оцінка впливу на довкілля. Планування природоохоронних заходів. Прогнозування змін довкілля.

Тема 6 Системний аналіз при дослідженні структури та функціонування природних екосистем.

Склад і основні функціональні елементи різних типів природних екосистем. Математичне моделювання процесів трансформації речовин та енергії в екосистемах.

Тема 7 Системний аналіз при дослідженні техно-природних та природно-соціальних систем.

Структура техно-природних та природно-соціальних систем. Методологія вибору та оцінки природоохоронних та ресурсозберігаючих стратегій.

2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЗАВДАННЯ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

2.1 Види систем. Змінні, параметри, входи, виходи, границі, зв'язки.

Графічне представлення систем

Завдання до практичних робіт

1. Детально розгляньте структуру системи на прикладі системи «Озеро Дальнєє як система для відтворення нерки». Для цього уважно вивчіть теоретичний опис процесу відтворення нерки в оз. Дальнєє та саму систему (дод. А).

Теоретичний опис:

Нерка живе в морі, але на нерест приходить в озеро. Тому чисельність нерки в морі визначається умовами її відтворення в озері. Кількість ікри нерки, що дає потомство, визначається чисельністю риби в морі, що приходить на нерест із урахуванням її промислу як у морі, так і в озері і умовами її розвитку, до яких належать рівень ґрунтових вод, обумовлений опадами і поїдання ікри хижакими (колюшкою). Кількість нерки, що повертається в море, визначається смертністю молоді нерки, яка формується наявністю кормової бази (зоопланктон) і активністю хижаків – гольців. Риби-планктофаги (харчуються переважно фітопланктоном) створюють конкуренцію зоопланктону, що є основною кормовою базою молоді нерки.

Подайте відповідь на такі питання:

1. Що є межею системи і чому?
2. Що є входом в систему і чому?
3. Що є виходом з системи і чому?
4. Наведіть типи зв'язків у системі (з прикладами).
5. Визначте зовнішні впливи та вкажіть елементи системи, на які вони впливають.

Завдання до самостійної роботи

Подайте відповіді на запитання:

1. Які властивості систем Вам відомі?
2. Дайте пояснення терміну «стан системи».
3. Поясніть сутність «зворотного зв'язку системи».
4. За якими ознаками можна встановити наявність зв'язку між елементами системи?
5. Яким чином пов'язані поняття «поведінка системи» і «стан системи»?
6. Наведіть відомі Вам класифікації систем.

2.2 Приклади побудови систем

Завдання до практичних робіт

Працюючи у підгрупах, розробіть та захистіть такі системи:

1. Річка як система для транспортування вантажів.
2. Річка як система для забезпечення населення питною водою.
3. Ліс як система для забезпечення деревиною.
4. Ліс як система для забезпечення лікарняними травами.
5. Заповідник як система екологічного виховання школярів.

Захист системи відбувається за допомогою презентації. Презентація обов'язково повинна висвітлювати наступні питання:

- теоретичний опис процесу, що відбувається у системі;
- вхід, вихід та межа системи з обґрунтуванням;
- будова системи.

2.3 Системний аналіз та системний підхід

Завдання до практичних робіт

Працюючи у групах, обґрунтовано визначте, чи можливо вирішити за допомогою системного аналізу наступні проблеми:

1. Промислове місто потерпає від нестачі питної води.
2. Річка, що є джерелом питного водопостачання міста, періодично міліє.
3. У місцевому ставку спостерігається загибель риби.
4. У селищі вода у колодязях стала неприємною на запах та смак.
5. Місцева лісопаркова зона використовується у якості місця стихійного складування сміття.

Завдання до самостійної роботи

Подайте відповіді на запитання:

1. Назвіть основне завдання системного аналізу.
2. За яких умов немає сенсу використовувати процедуру системного аналізу?
3. Хто формує проблеми, які потрібно вирішити за допомогою системного аналізу?

2.4 Етапи системного аналізу

Завдання до практичних робіт

Працюючи у групах, виконайте наступне:

а) розробіть поетапний план роботи з вирішення наступних проблем за допомогою методології системного аналізу:

1. Вода в місцевих колодязях набула неприємного запаху та смаку.
2. У місцевому ставку спостерігається інтенсивне «цвітіння» води.
3. В центрі міста спостерігається інтенсивне висихання зелених насаджень.

4. У місті збільшилась кількість алергічних захворювань.

5. У місті збільшився рівень загазованості повітря.

б) визначте стейк-холдерів та їх локальні цілі, що не протирічать основній;

в) визначте критерії, що визначають досягнення мети.

Завдання до самостійної роботи

Подайте відповіді на запитання:

1. Які невизначеності можуть існувати на початковому етапі системного аналізу?

2. Надайте пояснення поняттю «мета системного аналізу». Як можна встановити, що вона досягнута?

3. Хто формує ціль системного аналізу?

4. Ким є «стейк-холдери» і у чому полягає їх роль у процедурі системного аналізу?

5. На якому з етапів системного аналізу і з якою метою необхідно розробляти критерії?

6. Для чого у процедурі системного аналізу необхідно розробляти альтернативи?

7. Яку роль у системному аналізі відіграє ЛПР?

8. Хто формує проблеми, які потрібно вирішити за допомогою системного аналізу?

2.5 Оцінка ефективності рішень та наслідків їх реалізації.

Реалізація рішень

Перше ніж особа, що приймає рішення (далі ОПР) зможе здійснити вибір варіанта рішення й відповідних йому результатів, кожний можливий результат повинен бути оцінений, виходячи зі ступеня його корисності для реалізації наявних цілей. Процес вибору полягає у виявленні найкращого варіанта. Оцінка

результату проводиться відповідно до певного критерію, формулювання якого звичайно вводиться в процес ухвалення рішення. Узагальненою характеристикою рішення є його ефективність, тобто відношення ефекту від ухвалення рішення до витрат на його досягнення. Ефект – це результат, що досягається, у його матеріальному, грошовому, соціальному й інших вираженнях.

Завдання до практичних робіт

Працюючи в групах:

- а) запропонуйте критерій, який характеризує якість рішення;
- б) сформулюйте щонайменше два рішення проблеми, яку ви розглядали на попередньому практичному занятті;
- в) для кожного з запропонованих рішень визначте ефект, що виникає, та витрати (грошові, матеріальні, соціальні);
- г) виберіть краще з вашої думки рішення та обґрунтуйте ваш вибір.

Завдання до самостійної роботи

Знайдіть відповіді на запитання:

1. Що таке «прийняття рішення»?
2. Які підходи можуть бути використані при прийнятті рішень?
3. Які вимоги пред'являються до рішень?
4. Які основні етапи можна виділити в процесі формування рішення?
5. Які основні етапи можна виділити в процесі реалізації рішення?

2.6 Моделювання в охороні довкілля

Завдання до практичних робіт

- а) обґрунтовано визначте, що з нижченаведеного є моделями:
 - Земля рухається навколо Сонця по еліптичній орбіті;
 - населення Землі подвоюється приблизно кожні 50 років;

– інтенсивність електромагнітної хвилі пропорційна четвертому ступеню її частоти;

– зі збільшенням глибини тиск води збільшується.

б) обґрунтовано оберіть найкращу з наведених моделей:

$$S(T) = 0,02T + 1,6$$

$$S(T) = 1,7T^{0,05}$$

T	4	9	1
S	3	2	2

в) відповідно до заданих натурних даних (табл. 1.1) побудуйте рівняння регресії виду

$$y(x) = ax + b$$

Таблиця 1.1 – Вихідні дані до розрахунку

Величина	Значення величини					
Вхідна величина x	0	2	4	6	8	10
Вихідна величина y	0.05	0.18	0.4	0.45	0.5	0.52

Завдання до самостійної роботи

а) складіть перелік з 6 прикладів відомих Вам фізичних та аналогових моделей та обґрунтуйте, чому вони є моделями;

б) подайте відповіді на запитання:

1. Для чого у системному аналізі використовуються моделі?
2. За якими принципами будується фізична модель?
3. За якими принципами будується аналітична модель?

2.7 Задачі охорони довкілля, що потребують використання системного аналізу

Завдання до практичних робіт

В історичному центрі великого міста спостерігається підвищений рівень забруднення атмосферного повітря. В результаті процедури системного аналізу

було встановлено, що причиною є скупчення транспортних засобів і запропоновані такі варіанти рішення:

– зробити частку історичної частини міста пішохідною зоною, в іншій заборонити рух транспорту, за винятком електричного та спецпризначення;

– заборонити рух вантажного автотранспорту через центр міста побудувавши об'їзні шляхи;

– стимулювати використання в якості палива скрапленого газу шляхом розробки муніципальної програми фінансової підтримки встановлення газобалонного обладнання.

Скласти для обраного рішення матрицю Леопольда оцінки впливу на довкілля та розрахувати загальну силу впливу.

Завдання до самостійної роботи

В невеличкому селищі питне водозабезпечення здійснюється з колодязів. З деякого часу вода в колодязях набула неприємний запах та присмак і стала непридатною для використання.

Вам необхідно:

- а) запропонувати щонайменше два рішення задачі;
- б) на основі матриці Леопольда визначити краще рішення.

2.8 Системний аналіз при дослідженні структури та функціонування природних екосистем

Завдання до практичних робіт

Працюючи в групах, розгляньте такі природні екосистеми:

1. Листяний ліс.
2. Хвойний ліс.
3. Тундра.
4. Степ.
- 5 Пустеля.

Визначте:

- а) основні живі структурні елементи систем;
- б) основні неживі структурні елементи систем;
- в) потоки енергії в системі;
- г) потоки речовин в системі.

Завдання до самостійної роботи

Для обраного вами на практичній роботі типу природної екосистеми по узгодженню з викладачем виконайте одне з наступних завдань:

- а) визначте наслідки зміни одного з екологічних факторів. Фактор оберіть самостійно по узгодженню з викладачем;
- б) визначте механізми саморегулювання екосистеми;
- в) визначте зміни, що будуть відбуватися в екосистемі в процесі її розвитку.

2.9 Системний аналіз при дослідженні техно-природних та природно-соціальних систем

Завдання до практичних робіт

Працюючи в групах, розгляньте такі екосистеми:

1. Ставок.
2. Міський парк.
3. Поле.
4. Дачне селище.
5. Сад.

Визначте, які елементи систем, колообігу речовин та енергії формуються під впливом антропогенних факторів.

Завдання до самостійної роботи

Визначте, які зміни в структурі обраної вами на практичному занятті системи відбудуться, якщо зникне антропогенний фактор впливу на систему.

З РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Мета розрахунково-графічної роботи – закріплення, поглиблення та практичне застосування теоретичних знань та навичок, отриманих студентами під час навчання.

Розрахунково-графічна робота складається з пояснювальної записки та презентації PowerPoint.

Пояснювальна записка повинна містити опис процесу, що характеризується системою, графічне зображення системи і пояснення до неї: межа, входи та виходи системи, елементи, зв'язки, зовнішні впливи.

Пояснювальна записка оформлюється українською мовою на листах формату А4 за допомогою текстового редактора MS Word.

Пояснювальна записка має бути здана викладачу до захисту роботи.

Захист розрахунково-графічної роботи відбувається у вигляді доповіді за допомогою презентації PowerPoint, що повинна відображати зміст пояснювальної записки.

Варіанти завдань

1. Житловий будинок, як система для забезпечення життєвих потреб людини.
2. Житловий будинок, як система, що впливає на довкілля.
3. Водосховище, як система для виробництва електричної енергії.
4. Поле, як система для вирощування сільськогосподарської продукції.
5. Річка, як місце для відпочинку населення.
6. Річка, як система для відтворення рибної продукції.
7. Держава, як система для забезпечення життєвих потреб людини.
8. Місто, як система для забезпечення життєвих потреб людини.
9. Ліс, як система для вирощування промислової сировини.
10. Ліс, як кліматоутворюючий фактор.
11. Міський транспорт як система життєзабезпечення міста.

12. Міський транспорт як система, що впливає на довкілля.
13. Залізниця як система для перевезення людей.
14. Автомагістраль як система для перевезення людей та вантажів.
15. Інтернет як система для отримання екологічної інформації.
16. Мобільний зв'язок як система передавання інформації.
17. Заповідна територія як система для збереження рідких видів рослин і тварин.
18. Заповідна територія як система для екологічної освіти школярів.
19. Сміттєзвалище як система, що чинить вплив на довкілля.
20. Підземні води як джерело питного водопостачання населення.
21. Сонячна електростанція як джерело електричної енергії.
22. Тваринницька ферма як система, що чинить вплив на довкілля.
23. Метеостанція як система для збору метеоінформації.
24. «Зелений пояс» міста як система для покращення середовища існування людини.
25. Автомагістраль як система, що впливає на довкілля.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пэнтл Р. Методы системного анализа окружающей среды / Р. Пэнтл. – М. : Мир, 1979. – 512 с.
2. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии / Дж. Джефферс ; пер. с англ. Д. О. Логофет ; под ред. Ю. М. Свирежев. – М. : Мир, 1981 . – 256 с
2. Оптнер С. Л. Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности / Станфорд Л. Оптнер. – 2-е изд. – М. : Концепт, 2003. – 206 с.
4. Теорія систем в екології : підручник / [Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін.]. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 330 с.
5. Примак А. В. Системный анализ контроля и управления качеством воды и воздуха / А. В. Примак, В. В. Кафаров, К. И. Качиашвили. – Киев : Наук. думка, 1991. – 360 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до організації самостійної роботи, проведення практичних робіт
і виконання розрахунково-графічної роботи
з навчальної дисципліни

«СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ДОВКІЛЛЯ»

*(для студентів 2 курсу всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 101 – Екологія)*

Укладачі: **ПОНОМАРЕНКО** Євгеній Георгійович,
ЛОМАКІНА Ольга Сергіївна

Відповідальний за випуск *Т. В. Дмитренко*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *О. С. Ломакіна*

План 2018, поз. 144М

Підп. до друку 19.06.2019. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк арк. 0,5.

Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.