

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

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до проведення практичних та виконання самостійних робіт  
з дисципліни

**ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І**  
**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ**

*(для студентів 2-4 курсів денної та заочної форм навчання  
за напрямом підготовки 6.030601 "Менеджмент")*

**Харків – ХНУМГ – 2014**

Методичні вказівки до проведення практичних та виконання самостійних робіт з дисципліни “Основи теорії систем і системний аналіз“ (для студентів 2-4 курсів денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.030601 "Менеджмент") / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: О. В. Прасоленко. – Х.: ХНУМГ, 2013. – 27 с.

Укладач: О. В. Прасоленко

Рецензент: д.т.н., проф. Ю. О. Давідіч

Затверджено на засіданні кафедри транспортних систем і логістики,  
протокол № 1 від 28.08.2012 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Практичне заняття №1. Розпізнавання типу системи.....	5
Практичне заняття № 2. Побудова моделей систем.....	12
Практичне заняття № 3. Оцінка ефективності системи.....	16
Практичне заняття № 4. Провести ієрархічну декомпозицію системи.....	19
Практичне заняття № 5. Експертна оцінка системи .....	22
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	26

## ВСТУП

У вишах підготовка майбутнього інженера до вирішення проблем створення господарських механізмів ринкової економіки, широкого впровадження системного підходу в усі сфери наукової, конструкторської та управлінської діяльності здійснюється шляхом вивчення дисципліни «Основи теорії систем і системний аналіз».

Об'єктом вивчення дисципліни є складні динамічні системи.

Предметом вивчення дисципліни є процеси, що проходять у складних виробничих системах, оцінка стану і динаміки їхнього розвитку.

Зміст дисципліни «Основи теорії систем і системний аналіз» полягає у розкритті теоретичних основ проектування й експлуатації великих і складних систем, методів аналізу станів, оцінки їхніх характеристик і ефективності.

Дисципліна «Основи теорії систем і системний аналіз» тісно пов'язана з проектуванням і експлуатацією міських територій, транспортних систем, міських вулиць і доріг, інженерних споруд, експлуатацією міського транспорту, автоматизацією виробничих процесів.

Для успішного засвоєння дисципліни необхідні знання в області теорії множин, теорії графів, формальної логіки, теорії алгоритмів, теорії відображення, дослідження операцій, психології та ін.

Методологічною основою дисципліни є діалектичний матеріалізм.

Метою дисципліни є забезпечення методологічної підготовки фахівця в області системного підходу до вирішення інженерних і дослідницьких завдань.

Завданням дисципліни є:

- формування понятійного апарату системології, придбання знань про математичні основи описування систем, моделювання та аналіз їхнього функціонування у межах системного підходу;
- придбання необхідних навичок застосування отриманих знань для вирішення практичних завдань.

Вивчення дисципліни «Основи теорії систем і системний аналіз» є одним з напрямків фундаменталізації і гуманітаризації інженерних знань. Її введення у навчальний процес базується на рішеннях про перехід вищої школи на східчасту систему освіти, що забезпечує подолання недоліків вузької спеціалізації, посилення міждисциплінарних зв'язків, розвиток системного мислення [1].

## Практичне заняття №1

### РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПУ СИСТЕМИ

*Мета роботи:* придбати практичні навички щодо розпізнавання типу системи. Засвоїти принципи класифікації систем, вивчити різноманітність класів та підкласів систем.

#### *Теоретична частина*

Розвиток людства характеризується масштабністю діяльності, яка охоплює всі сфери навколишньої дійсності. Ця діяльність, крім бажаних результатів, має і не бажані, неочікувані результати. При зростанні масштабності діяльності небажані результати інколи ведуть до глобальних катастроф, що загрожують всьому людству. Причому впоратися з ними буває надзвичайно важко. Тому, кожен дипломований спеціаліст до вирішення всякої проблеми повинен підходити не тільки зі своєї вузькоспеціальної точки зору, а з урахуванням всіх аспектів виконуваної роботи, всього досвіду, набутого людством. Такий підхід до проблем може забезпечити розуміння системності світу.

Системність світу виражається в об'єктивно існуючій ієрархії по різному організованих систем і взаємодії цих систем між собою.

Поняття "система" є найбільш загальним і охоплює майже всі об'єкти навколишнього світу як природного, так і штучного походження. Вивченням та аналізом систем займається системний аналіз.

Системний аналіз – це загальнонаукова дисципліна, що являє собою методологію розв'язання проблем практичного характеру, котрі виникають у системах, на основі єдиного наукового підходу. Системний аналіз має у своєму розпорядженні формалізовані процедури з чітким алгоритмом дії, та неформалізовані процедури, алгоритм яких не може бути однозначно описаний. Певною мірою крім чітко наукової спрямованості системний аналіз є мистецтвом, оскільки в ньому інтуїція, здоровий глузд, оціночні та якісні судження мають таке ж значення, як і строгі наукові розрахунки. Системний аналіз – це науковий напрямок, що розробляє методологію вирішення проблем і він, як методологія, претендує на те, щоб об'єднати всі потрібні методи та знання для вирішення проблеми.

Вихідним пунктом системного аналізу є: визначення системи її границь та взаємодії з навколишнім світом, визначення цілей системи, точки зору, з якої розглядається система та контексту, в якому вона розглядається.

Визначення границь системи залежить від цілей, точки зору та контексту розгляду системи. При формулюванні цілей системи в першу чергу слід

враховувати її походження. Для систем штучного походження ціль здебільшого відома, хоча її формулювання певною мірою залежить від точки зору аналітика. Наприклад, певний вид транспорту може мати ціллю перевезення пасажирів, але з точки зору підприємця основною ціллю може бути одержання прибутків. Ціль штучної системи здебільшого визначає і подальші кроки аналізу, оскільки склад системи, структура та функціонування в значною мірою визначаються ціллю, для якої система створена.

Більш складним є завдання формулювання цілі природної системи. Як, наприклад, сформулювати ціль таких систем як річка, чи популяція тварин? Одним з методів, що використовуються при формулюванні цілей природних систем, є поділ цілей на суб'єктивні й об'єктивні. Суб'єктивні цілі – це продукт розумової діяльності людини. Об'єктивною ціллю вважають майбутній реальний стан системи, в якому вона виявиться, рухаючись по траєкторії свого життєвого циклу. Для систем живої природи об'єктивною ціллю може бути збереження роду, популяції, розвиток і пристосування до змінного навколишнього середовища. Для систем неживої природи ціллю може бути забезпечення рівноваги навколишнього світу. Наприклад, ціллю системи річка може бути перенесення води з суші в море, що є частиною загального кругообігу води на земній кулі. У багатьох випадках ціллю природних систем вважають їх споживацьке призначення, тобто задоволення певних практичних потреб людини. З точки зору споживача річка може розглядатись як транспортний шлях і ціль системи можна сформулювати як забезпечення шляху для транспортування вантажів та пасажирів.

Точка зору виражає відношення системного аналітика до системи, уточнення з якого погляду його цікавить система. Певна система, наприклад, електротранспорт, може розглядатись з точки зору керівника міста, підприємця, пасажира, архітектора тощо.

Контекст визначає оточення, в якому розглядається система. З погляду працівника транспорту річка може розглядатись у контексті всіх транспортних шляхів, що служать для перевезення людей та вантажів. З точки зору гідролога вона може розглядатись у контексті всіх процесів перенесення води, а з точки зору електрика – у контексті всіх середовищ, що передають блукаючі струми.

Класифікація систем, крім поділу систем за походженням на штучні, природні та змішані, може здійснюватись і за іншими ознаками. Один з можливих класифікаторів систем наведено в табл. 1.1. Наведемо короткі зауваження відносно особливостей даної класифікації систем.

Класифікатор 1. Штучна система – це система, що має певну суб'єктивну ціль свого функціонування, призначення. Структура системи і її функції здебільшого визначаються її ціллю. Природна система має об'єктивну ціль, зумовлену життєвим циклом системи. Вона може розглядатись з точки зору користувача і мати суб'єктивну ціль, як ціль ради якої її використовує користувач.

Змішані системи мають ієрархію цілей. На верхньому рівні – об’єктивні цілі, на нижньому – об’єктивні і суб’єктивні.

Таблиця 1.1 – Класи та підкласи систем

Основа класифікації систем	Класи та підкласи систем
1	2
1. За походженням	1.1. Штучні 1.2. Природні 1.3. Змішані
2. За характером зв'язку з навколишнім середовищем	2.1. Відкриті 2.2. Закриті
3. За складністю	3.1. Неживі 3.1.1. Статичні структури чи їх основи (кристал) 3.1.2. Прості динамічні із заданим законом поведінки (годинник) 3.1.3. Кібернетичні системи з циклами керування, що мають зворотний зв'язок (термостат, робот) 3.2. Живі 3.2.1. Відкриті системи з самозберігаючою структурою (клітка) 3.2.2. Живі організми з низькою здатністю сприймати інформацію (рослини) 3.2.3. Живі організми з більш розвинутою системою сприйняття інформації (тварини) 3.2.4. Живі організми із самосвідомістю (людина) 3.2.5. Соціальні системи (етнос, нація) 3.2.6. Трансцендентні системи чи системи, що знаходяться поза нашою свідомістю
4. За принципами поведінки	4.1. Матеріальні 4.2. Гомеостатичні 4.3. Рішаючі (без передбачення) 4.4. Здатні передбачувати 4.5. Рефлексивні
5. За ступенем організованості	5.1. Добре організовані 5.2. Погано організовані 5.3. Самоорганізуючі 5.3.1. Саморегулюючі 5.3.2. Самонавчаючі 5.3.3. Самонастроюючі 5.3.4. Самовідновлюючі 5.3.5. Самовідтворюючі

1	2
6. За ступенем ресурсної забезпеченості	6.1. Малі 6.2. Великі 6.3. Прості 6.4. Складні 6.5. Звичайні 6.6. Енергокритичні
7. За характером цілей	7.1. Ціленаправлені 7.2. Цілеспрямовані
8. За описом змінних	8.1. Якісний опис 8.2. Кількісний опис 8.3. Змішаний опис
9. За способом керування	9.1. Керування зовні 9.2. Самокерування 9.3. З комбінованим керуванням
10. За типом операторів системи S	10.1. Чорний ящик (S невідомо) 10.2. Непараметризований клас (S відомо частково) 10.3. Параметризований клас (S відомо до параметрів) 10.4. Білий ящик (S відомо повністю)



Рис. 1.1 – Класифікація систем за походженням

Таблиця 1.2 – Класифікація систем за походженням

Штучні системи	Змішані системи	Природні системи
Засоби праці	Ергономічні	Живі
Механізми	Біотехнічні	Неживі
Машини	Організаційні	Екологічні
Автомати, роботи	Автоматизовані	Соціальні

Класифікатор 2. Відкриті системи – це системи, що у процесі свого життєвого циклу обмінюються із зовнішнім середовищем масою, енергією, інформацією. Закриті системи такої властивості не мають. Вони підлягають



другому закону термодинаміки, згідно з яким здійснюється зростання ентропії у закритих системах (ступінь хаотичності системи, її старіння).

Класифікатор 3. У ньому закладені принципи інформаційної взаємодії системи та середовища, додаткового пояснення не потребує.

Класифікатор 4. У ньому закладені основні принципи, якими зумовлена поведінка системи.

Принцип матеріально – енергетичного балансу – це коли поведінка системи зумовлена тільки законами природи, тобто законами збереження та перетворення матерії. Принцип гомеостазу – це здатність системи повертатися у стан рівноваги. Принцип вибору рішення – це здатність системи обирати характер своєї поведінки з декількох альтернатив. Принцип перспективної діяльності – це здатність системи організувати свою поведінку з урахуванням минулого досвіду, припущенням, що майбутній розвиток суттєво не відрізнятиметься від минулого. Принцип рефлексії полягає в тому, що система організує свою поведінку з урахуванням можливої дії іншої системи, тобто це поведінка систем, які наділені інтелектом, можливістю передбачати дії інших систем, з якими вони взаємодіють.

Класифікатор 5. До добре організованих систем відносяться системи, всі компоненти яких визначені і визначена взаємодія між ними. Ці системи можна повністю описати математичними формулами.

Погано організовані (дифузні) – це системи, для яких неможлива і не ставиться задача визначення всіх складових частин. Поведінка їх описується певною ймовірністю.

Самоорганізуючі системи найбільш складні, здатні змінювати взаємодію між своїми частинами.

Класифікатор 6. Здійснюється у відповідності до табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Класифікація систем за ступенем ресурсної забезпеченості

Характер ресурсу	Забезпеченість	
	Повна	Недостатня
Енергетичний	Звичайні	Енергокритичні
Матеріальний	Малі	Великі
Інформаційний	Прості	Складні

Класифікатор 7. Цілеспрямовані – це системи, що мають певну ціль, певне призначення, наприклад холодильник, тролейбус, тощо.

Цілеспрямовані – це системи, що можуть сприймати певні потреби і виконувати дії для їх задоволення, наприклад, тваринний світ, людина, партія, підприємство, тощо.

Класифікатор 8 і 9. Не потребують додаткового пояснення.

Класифікатор 10. Чорний ящик – це система про внутрішню організацію і

функціонування якої нічого не відомо, а відомо тільки, що є на вході системи і що на виході.

Білий ящик – це система, для якої повністю відома внутрішня структура, механізми взаємодії між елементами структури.

До параметризованого та непараметризованого класів відносяться системи, що займають проміжне місце, про параметри функціонування яких відомо частково або з точністю до певного параметра.

### *Завдання до роботи*

У ході практичної роботи для запропонованої викладачем системи слід визначити цілі та під цілі системи, точку зору, з якої розглядається система, та контекст, в якому вона розглядається. Провести класифікацію за ознаками, які були подані в теоретичному матеріалі, виконати опис системи на вербальному рівні, а саме морфологічний, історичний та функціональний.

Перед виконанням роботи слід повторити відповідний теоретичний матеріал, підготувати варіант класифікації системи, заданої згідно з варіантом (див. табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Характер системи (обирають за варіантом)

<b>Варіант</b>	<b>Назва системи</b>
0	автомобіль, тварина, підприємство
1	цех, рослина, літак
2	академічна група, птах, моторний човен
3	область, риба, трактор
4	республіка, небесне тіло, мотоцикл
5	школа, фірма, транспортна мережа
6	факультет, людина, локомотив
7	електростанція, відділ, акула
8	велосипед, ферма, собака
9	армія, суспільство, підводний човен

Варіанти вибирають по двох останніх цифрах залікової книжки. Студент повинен вибрати з приведенного переліку два комплекти наборів систем (всього шість).

### *Етапи виконання завдання*

1. Визначити ціль системи, її призначення, точку зору аналітика та контекст, в якому буде розглядатись система;
2. Виконати класифікацію системи за наведеним класифікатором;
3. Оформити результати роботи у вигляді звіту.

## Методичні вказівки до виконання роботи

У відповідності із завданням визначити ціль системи, її призначення, точку зору аналітика та контекст, в якому буде розглядатись система. Чітко сформулювати ціль системи та записати у звіт. Під час формулювання цілей системи вказати об'єктивні й суб'єктивні цілі, та цілі, для яких можна використати систему з точки зору аналітика.

Виконати класифікацію системи за класифікатором наведеним у табл. 1.1 відповідно до теоретичного матеріалу, та пояснень до даної роботи. Результати класифікації звести до табл. 1.5 (таблиця заповнюється окремо для кожної системи).

Таблиця 1.5 – Результати розпізнавання системи

№ п/п	Класифікатор	Назва системи
1	2	3
1	За походженням	...
2	За характером зв'язку з навколишнім середовищем	...
3	За складністю	...
4	За принципами поведінки	...
5	За ступенем організованості	...
6	За ступенем ресурсної забезпеченості	...
7	За характером цілей	...
8	За описом змінних	...
9	За способом керування	...
10	За типом операторів системи S	...

В висновках пояснити, чому система таким чином класифікована та відзначити відмінності різних типів систем. Оформити результати роботи у вигляді звіту.

### Питання до перевірки знань:

1. Яка мета загальної теорії систем?
2. Що таке системний підхід?
3. Що таке системний аналіз?
4. Назвіть етапи системного аналізу.
5. Що називається системою?
6. Що таке елемент системи?
7. Назвіть види зв'язків між елементами системи.
8. Що таке структура системи?
9. Що розуміють під функцією системи?
10. Що таке властивість системи?
11. Назвіть типи властивостей.
12. Назвіть ознаки, за якими класифікують системи.

## Практичне заняття №2

### ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ

*Мета роботи:* придбати практичні навички щодо побудови моделей систем.

#### *Теоретична частина*

У процесі діяльності в людини формуються представлення про ті чи інші властивості навколишніх об'єктів і їхніх взаємозв'язків. Вони формуються у вигляді описів цих об'єктів звичайною мовою, фіксуються на папері мовою рисунка, графіка, рівнянь і формул чи реалізуються у вигляді макетів та інших пристроїв. Подібні способи опису узагальнюються в єдиному понятті – модель, а побудова, вивчення і використання моделей об'єктів як спеціального засобу пізнання називають моделюванням [1].

Під моделлю розуміють таку представлену подумки чи матеріально реалізовану систему, яка, відображаючи чи відтворюючи об'єкт дослідження, здатна замінювати його так, що її вивчення подає нову інформацію про цей об'єкт. Модель знаходиться у деякій відповідності з досліджуваним об'єктом. При побудові моделі об'єкт і його властивості подумки узагальнюються і спрощуються. Модель відображує лише суттєві властивості об'єкта, зайва деталізація утруднює дослідження, робить його громіздким. Тому, модель виконують оптимальною за складністю виходячи з мети дослідження [1].

*Вихідні дані:* представлено в табл. 2.1

Таблиця 2.1– Вихідні дані

Параметри		Стан системи												Всього
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Вихідні	Використані ресурси, $x$	12	19	11	29	17	23	36	15	26	21	39	10	
	Об'єм випуску, $y$	140	510	120	830	410	680	980	210	760	600	1100	110	
За варіантом	$x'$													
	$y'$													

За варіантом дані  $(x', y')$  обчислити шляхом додавання до вихідного значення суми двох останніх цифр залікової книжки.

#### *Етапи виконання завдання*

1. Побудувати кореляційне поле і емпіричну лінію регресії.
2. Оцінити тісноту зв'язку.

3. Розрахувати параметри теоретичних ліній регресії (прямої, гіперболи, параболи).
4. Оцінити точність моделі за допомогою похибки апроксимації.
5. Вибрати модель для опису системи. Оцінити можливий вихід системи для значення входу рівному 50.
6. Зробити висновки по роботі.

*Методичні вказівки до виконання роботи*

1. Побудувати кореляційне поле по не згрупованих даних. Для дослідження форми взаємозв'язку чинників системи використовують ряд кількісних оцінок, що визначають тісноту їх зв'язку. Лінійний коефіцієнт кореляції  $r$  являє собою один з найбільш досконалих методів вимірювання тісноти зв'язку:

$$r = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (2.1)$$

де  $\bar{x}, \bar{y}$  – середні значення параметрів  $x$  та  $y$ ;

$\overline{xy}$  – середнє значення множника  $x \cdot y$ ;

$\sigma_x, \sigma_y$  – середньоквадратичне відхилення  $x$  та  $y$ , обчислюється як:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (2.2)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}. \quad (2.3)$$

Розрахунки доцільно представити згідно з табл. 2.2

Таблиця 2.2– Розрахунок параметрів моделей

№ п/п	Параметри моделі						
	$x_i$	$y_i$	$x \cdot y$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$
1							
2							
...							
n							
$\Sigma$							

2. Оцінку залежності провести по теоретичних лініях виду:

$$y_i = a_0 + a_1 \cdot x_i \quad (\text{пряма}); \quad (2.4)$$

$$y_i = a_0 + a_1 \cdot \frac{1}{x} \quad (\text{гіпербола}); \quad (2.5)$$

$$y_i = a_0 + a_1 \cdot x_i + a_2 \cdot x_i^2 \quad (\text{парабола}). \quad (2.6)$$

Вільні члени моделей ( $a_0, a_1, a_2$ ) обчислити з систем рівнянь:

– для прямої

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a_0 \cdot \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i) \end{cases} \quad (2.7)$$

- для параболи:

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a_0 \cdot \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i) \\ a_0 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^3 + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^4 = \sum_{i=1}^n (x_i^2 \cdot y_i) \end{cases} \quad (2.8)$$

- для гіперболи:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} = \sum_{i=1}^n y_i; \\ a_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} + a_1 \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{x_i}\right)^2 = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i}. \end{cases} \quad (2.9)$$

Розрахунки доцільно представити згідно табл. 2.3-2.4.

Таблиця 2.3 – Розрахункова таблиця

№ п/п	Параметр моделі								
	$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$\frac{1}{x_i}$	$\left(\frac{1}{x_i}\right)^2$	$x_i^3$	$x_i^4$	$y_i \cdot x_i$	$y_i \cdot x_i^2$
1									
2									
...									
n									
$\Sigma$									

Таблиця 2.4 – Розрахункова таблиця

№ п/п	Параметр моделі						
	$\frac{y_i}{x_i}$	$y_i^{np}$	$y_i^2$	$y_i^n$	$\Delta y_i^{np}$	$\Delta y_i^2$	$\Delta y_i^n$
1							
2							
...							
n							
$\Sigma$							

3. Вибір моделі зробити за найменшою похибкою апроксимації  $A_n$ :

$$A_n = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta y_i^m|}{n}, \quad (2.10)$$

де  $\Delta y_i^m$  – відхилення  $y_i$  від значення по моделі ( $y_i^{np}$ ,  $y_i^2$ ,  $y_i^n$ ).

По вибраній моделі провести оцінку вихідного параметру для стану  $x_i=50$ .  
У висновках відмітити для яких цілей і в яких системах доцільно використовувати статичні регресійні моделі (абстрактні), а де є сенс використовувати матеріальні моделі.

*Питання до перевірки знань:*

1. Що таке обмеження системи?
2. Що таке тіснота зв'язку і чим вона встановлюється?
3. Що таке коефіцієнт кореляції?
4. Що таке середньоквадратичне відхилення?
5. Для чого виконують розрахунки похибки апроксимації?
6. Що розуміють під кореляційним взаємозв'язком?
7. Що розуміють під стохастичним взаємозв'язком?

## Практичне заняття №3

### ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ

*Мета роботи:* придбати практичні навички щодо вміння проводити оцінку ефективності системи.

#### *Теоретична частина*

Ефективність системи – це властивість системи виконувати поставлену мету в заданих умовах використання і з певною якістю. Показники ефективності характеризують ступінь пристосованості системи до виконання поставлених перед нею завдань і є узагальнюючими показниками оптимальності функціонування системи.

Ефективність – властивість систем, що характеризує її здатність виконувати завдання за призначенням. Ефективність як властивість властива тільки системам (організаційним, технічним, біологічним і т.д.). Визначати ефективність процесів не має сенсу, оскільки процеси виконуються системами. Один і той же процес може бути реалізований різними системами з різною якістю. Ефективність конкретної системи визначається через показники якості надсистеми або метасистеми.

*Вихідні дані:* представлено в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Показник	Значення за варіантом									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Система	Цех	Фір – ма	ТОВ	СП	Агро – фірма	Фаб – рика	Завод	АТ	Тре – ст	МП
2. Об'єм виробництва, тис.од.	10	5	6	4	8	12	16	9	5	2
3. Ціна виробу, грн.	50	80	30	25	46	24	98	106	54	250
4. Собівартість, грн.	41	39	28	21	40	20	83	59	50	195
5. Разові витрати (інвестиції), тис.грн.	600	300	400	350	500	800	900	200	180	100
6. Структура собівартості, в %										
6.1. Праця	10	42	35	9	15	10	5	40	15	35
6.2. Матеріали	60	10	10	40	20	50	40	5	30	5
6.3. Інформація	10	10	5	1	5	5	5	5	20	30
6.4. Електроенергія	10	20	30	30	40	5	30	30	10	10
6.5. Газ	5	–	10	4	–	5	–	5	–	10
6.6. Тверде паливо	–	10	–	6	10	10	–	10	10	–
6.7. Мазут	–	5	–	5	6	5	10	–	10	–
7. Амортизація, %	5	3	10	5	4	10	10	5	5	10

Вихідні дані для розрахунків прийняти згідно з останньою цифрою залікової книжки.



### *Етапи виконання завдання*

1. Оцінки простоти, гнучкість, надійність, зручність експлуатації системи.
2. Розрахувати економічність системи.
3. Розрахувати загальну ефективність і ефект системи. Для чого:
  - 3.1. Розрахувати показники виходу системи (дохід).
  - 3.2. Встановити виробничі витрати.
  - 3.3. Обчислити річні загальні витрати.
  - 3.4. Розрахувати величину ефекту.
  - 3.5. Оцінити ефективність системи.
  - 3.6. Встановити строк окупності системи.
4. Зробити висновки по роботі.

### *Методичні вказівки до виконання роботи*

Простоту, гнучкість, надійність, зручність експлуатації оцінити логічним шляхом. Описати ознаки кожної характеристики ефективності системи. Економічність системи ( $E$ ) оцінити за комплексом витрат емерджентних ресурсів.

Загальний річний ефект системи розрахувати за формулою:

$$E = P_T - Z_T, \quad (3.1)$$

де  $P_T$  – дохід від виробництва.

Дохід від виробництва розраховують за формулою:

$$P_T = C \cdot Q_t, \quad (3.2)$$

де  $C$  – ціна виробу;

$Q_t$  – об'єм виробництва.

$$Z_T = I_t + K_t - L_t, \quad (3.3)$$

де  $I_t$  – поточні витрати на виробництво, розрахувати залежно від об'єму виробництва;

$K_t$  – разові витрати;

$L_t$  – ліквідна вартість виробництва.

$$I_t = S \cdot Q_t, \quad (3.4)$$

де  $S$  – собівартість виробу.

Ліквідна вартість виробництва визначається за формулою (3.5).

$$L_t = K_t \left(1 - \frac{A}{100}\right), \quad (3.5)$$

де  $A$  – амортизація, %.

Ефективність системи слід оцінити за формулами (3.6–3.8):

$$E = \frac{\Pi}{I_t + \frac{AK_t}{100}}, \quad (3.6)$$

де  $\Pi$  – прибуток.

$$\Pi = P_t - I_t. \quad (3.7)$$

Строк окупності визначається за формулою:

$$T = \frac{1}{E}. \quad (3.8)$$

У висновках відзначити доцільність функціонування системи, порівняти з діючими нормами дисконту. Дати рекомендації з розвитку системи.

*Питання до перевірки знань:*

1. Що таке прибуток системи?
2. Що таке ефект?
3. Що таке ефективність?
4. Що відноситься до витрат системи?
5. Як визначається ставка дисконту?
6. Які види витрат системи існують?
7. Як підвищити ефективність системи?

## Практичне заняття № 4

### ПРОВЕСТИ ІЄРАРХІЧНУ ДЕКОМПОЗИЦІЮ СИСТЕМИ

Мета роботи: придбати практичні навички щодо виконання декомпозиції і агрегування систем.

#### *Теоретична частина*

Декомпозиція – науковий метод, що дозволяє замінити вирішення одного великого завдання рішенням серії менших завдань. Операція поділу (декомпозиції) представляється як зіставлення об'єкта аналізу з моделлю і виділення в ньому того, що відповідає елементам узятій моделі. Використану експертом модель називають моделлю-основою. У ролі моделей-основ на початковому етапі використовують моделі формальних типів: моделі «чорної скриньки», складу, структури, конструкції та ін. Прикладом формальної моделі є загальна схема діяльності людини, у якій відображені всі можливі компоненти і всі можливі зв'язки між ними. Іншим прикладом формальної моделі є модель організаційної системи (рис. 4.1). Звичайно формальна модель носить глобальний, загальний характер і відноситься до проблемовирішуючої ситуації. Формальна модель-основа – це укрупнене представлення досліджуваного об'єкта і його зв'язків з іншими системами і середовищем.

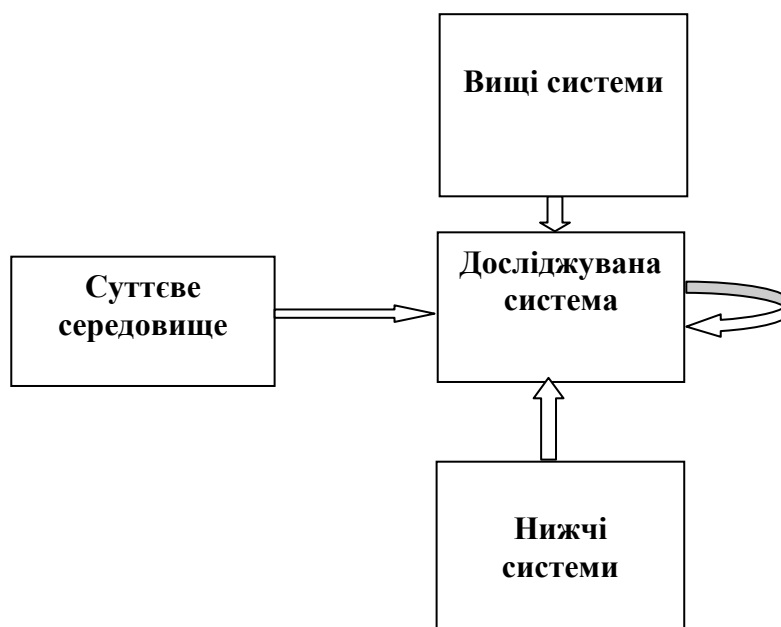


Рис. 4.1 – Схема входів організаційної системи

Декомпозиція моделі (розклад на елементарні частини) закінчується, коли вона приводить до результату, що не вимагає подальшого розкладання, тобто результату простого, зрозумілого, реалізованого, забезпеченого, свідомо

здійсненого. Такий результат називають елементарним.

У процесі декомпозиції систему розчленовують на усе менш складні (і кінець кінцем, прості) частини. При цьому розкривають лише структуру системи, одержують знання про те, як система працює, але залишається відкритим питання чому і навіщо вона це робить. Ці знання одержують на другому етапі моделювання, що називають агрегуванням (об'єднанням частин у ціле).

Техніка агрегування ґрунтується на використанні моделей частин системи, отриманих на етапі декомпозиції. У процесі агрегування встановлюють відносини між цими моделями. Залежно від того які відносини встановлюються (тобто виявляються чи встановлюються) виходить досить велика кількісно і різноманітна якісно безліч задач агрегування.

Основними агрегатами, типовими для системного аналізу є: конфігуратор, агрегати-оператори, агрегати-структури.

Конфігуратор – це сукупність мов описування системи. Усякий процес вимагає різнобічного, багатопланового описування, розгляду з різних точок зору. Тільки спільне (агреговане) описування у термінах декількох якісно різних мов дозволяє охарактеризувати явище з достатньою повнотою. Наприклад, автомобільна катастрофа повинна розглядатись не тільки як фізичне явище, викликане технічним станом автомобіля чи дорожнього покриття, але і як явище медичного, соціального, економічного, юридичного характеру. Назвавши мови, на яких будемо говорити про систему, ми тим самим визначаємо тип системи, фіксуємо наше розуміння природи системи.

Агрегати-оператори – конкретизація відносини, зокрема класифікація, упорядкування, числові функції, пошук закономірностей та ін. Даний агрегат поєднує частини у щось ціле, єдине, окреме. Найпростіший спосіб агрегування складається у встановленні відносини еквівалентності між агрегованими елементами, тобто утворення класів. У результаті є відповідь на запитання, до якого класу відноситься конкретний елемент.

Інший тип агрегату – оператора виникає, якщо агреговані ознаки фіксуються у числових шкалах. Тоді з'являється можливість задати відношення на безлічі ознак у вигляді числової функції багатьох перемінних, яка є агрегатом. Прикладом може бути перехід від багатокритеріальної оптимізаційної задачі до однокритеріальної за допомогою агрегування декількох критеріїв в один суперкритерій. Побудова суперкритеріальної функції, власне кажучи, є побудовою моделі системи.

Іншим прикладом агрегатів-операторів є статистики, тобто функції вибіркового значень. Статистичним агрегуванням є факторний аналіз, у якому декілька перемінних зводяться в один фактор.

Агрегати-структури – це описування зв'язків на всіх мовах конфігуратора. При синтезі ми створюємо, визначаємо, нав'язуємо структуру проектованій

системі. Якщо це не абстрактна, а реальна система, то в ній цілком реально виникнуть, установляться і почнуть «працювати» не тільки ті зв'язки, що ми спроектували, але і безліч інших, не передбачених нами, що впливають із самої природи, зведених в одну систему елементів. Тому при проектуванні системи важливо задати її структури у всіх суттєвих відносинах, тому що в інших відносинах структури складуться самі, стихійним чином. Сукупність всіх суттєвих відносин визначається конфігуратором системи, і звідси виходить, що проект будь-якої системи має містити розробку стільки структур, скільки мов включено в її конфігуратор.

### *Вихідні дані*

Для розгляду прийняти систему з практичної роботи №1.

### *Етапи виконання завдання*

1. Побудувати дерево аналізу системи на базі однієї мови конфігурантного агрегату.
2. Провести ієрархічну декомпозицію системи.
3. Агрегувати об'єкти системи з виділенням емерджентних ознак.
4. Зробити комплексну оцінку емерджентних властивостей системи.
5. Зробити висновок по роботі.

### *Методичні вказівки до виконання роботи*

Конфігурантний агрегат сформувати з 3-4 ознак (мов). Декомпозицію і агрегування представити в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Аналіз систем

Назва системи	Конфігурантні ознаки	Декомпозиційні об'єкти	Агрегати систем	Емерджентні властивості	Комплексна властивість

Пояснити, чому сформований той чи інший конфігурантний агрегат, які причини прийнятої методики агрегування.

В висновках відобразити відміни систем, особливості агрегування.

### *Питання до перевірки знань:*

1. Як визначається стан системи?
2. Назвіть ознаки, за якими класифікують системи?
3. Що таке ієрархічна система?
4. Що розуміють під агрегуванням і декомпозицією?

## Практичне заняття №5

### ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА СИСТЕМИ

*Мета роботи:* придбати практичні навички щодо експертної оцінки систем.

#### *Теоретична частина*

Процедура відбору факторів експертним методом зводиться до наступного: широкому колу фахівців, що працюють в області дослідження, пропонують розташувати фактори в порядку убутання ступеня їхнього впливу на вихідні характеристики об'єкта, проаранжувати фактори. Кожен експерт може включати додаткові фактори, якщо список, на його думку, неповний. Результати опитування представляють у вигляді матриці і діаграми рангів. Матрицю рангів використовують для обчислення коефіцієнта конкордації, що характеризує ступінь узгодженості думок експертів. Коефіцієнт конкордації розраховують за формулою

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (6.1)$$

де  $W$  – коефіцієнт конкордації;  $S$  – сума квадратів відхилень суми рангів по кожному фактору від середньої суми;  $m$  – число експертів;  $n$  – число факторів, які оцінюють.

Часто експерти не можуть вказати порядок проходження для двох чи декількох факторів, що стоять поруч. У такому разі їм приписують той самий номер, а при обчисленнях вводять так звані дробові ранги. Нехай, наприклад, експерт не може віддати перевагу другому і третьому факторам. Тоді кожному з них надають ранг 2,5. Коефіцієнт конкордації обчислюють за формулою

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3 - n) - m\sum_i T_i}, \quad (6.2)$$

де  $T_i = \frac{1}{12}\sum_j (t_j^3 - t_j)$ ;  $t_j$  –  $j$ -те число однакових рангів у  $i$ -тому ранжуванні.

Коефіцієнт конкордації змінюється від 0 до 1.

На діаграмі рангів фактори розміщують в послідовності, що погоджується із сумою рангів, отриманих фактором (рис. 6.1).

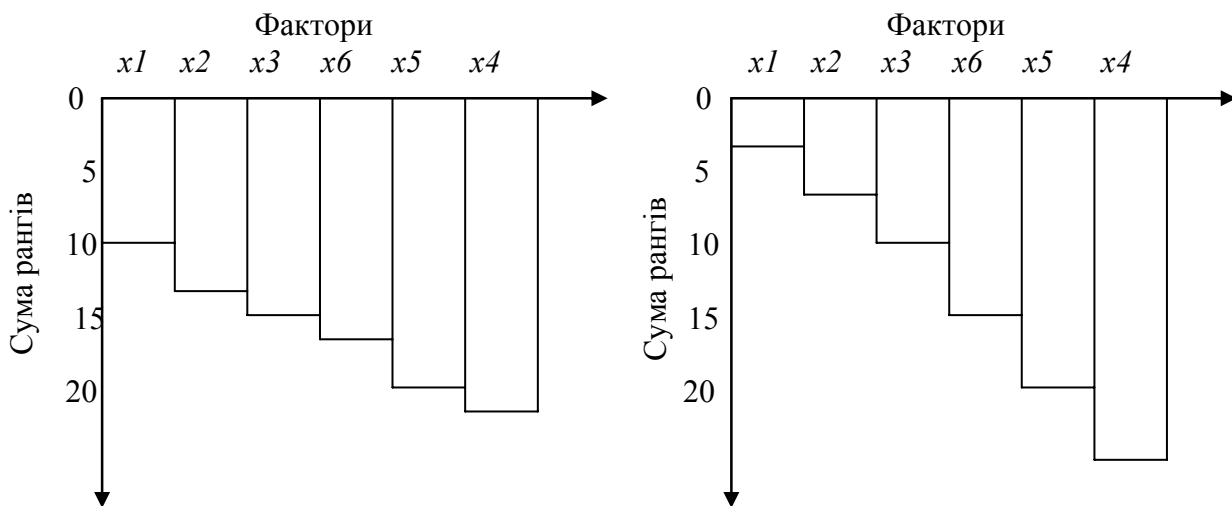


Рис. 6.1 – Діаграми рангів

На осі ординат діаграми виносять суму рангів, на осі абсцис – фактори. На перше місце ставлять фактор, що отримав найменшу суму рангів, на останнє – фактор з найбільшою сумою.

З вигляду діаграми рангів приймають рішення про відсівання факторів. Якщо суми рангів факторів на діаграмі розподілені рівномірно, тоді усі фактори мають бути включені в модель і подальший фізичний експеримент. Якщо розподіл нерівномірний, тоді виникає питання: чи є падіння ступеня впливу ефектом швидким або повільним, плавним? При швидкому експонентному падінні ступеня впливу відсівають фактори за точкою перегину експоненти. При плавному лінійному падінні ступеня впливу відсівають фактори, сума рангів яких різко відхиляється від вирівнюючої лінії. При великому числі факторів, що залишилися, їхнє подальше відсівання здійснюють експериментально (методом випадкового балансу, дисперсійного аналізу, факторного аналізу та ін.).

#### *Вихідні дані*

Ранжирувані оцінки спеціалістами наслідків адаптації табл. 6.1.

#### *Етапи виконання завдання*

1. Провести оцінку думок експертів.
2. Розрахувати значення рангового коефіцієнту узгодження (коефіцієнту конкордації).
3. Побудувати гістограму розподілення думок спеціалістів.
4. Виявити середнє значення бальної оцінки.
5. Виявити некомпетентних спеціалістів.
6. Зробити висновки по роботі.

## Методичні вказівки до виконання роботи

Оцінити можливі наслідки від адаптації виробничої структури (системи) під ринкові умови. Можливі наслідки адаптації такі:

1. Зменшиться об'єм попиту.
2. Зменшиться об'єм збуту.
3. Потрібне буде технічне переозброєння.
4. Виникне необхідність у перепідготовці спеціалістів.
5. Виникне необхідність у створенні резервних фондів для умов спаду попиту.
6. Потрібне кооперування з іншими підприємствами для монополізації виробництва.

Думки спеціалістів зводяться в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Ранжирувані оцінки спеціалістами наслідків адаптації

Прізвище та ініціали спеціаліста	Фактори і присвоєні бали					
	n 1	n 2	n 3	n 4	n 5	n 6
1.						
2.						
...						
m						
Сума						

При заповненні табл. 6.1 значимість фактору оцінюється рангом 1, 2, ..., 6. Більш значимий фактор одержує вищу оцінку. В якості спеціалістів виступають студенти групи. Прізвище та оцінки автора роботи в табл. 6.1 записуються в першу строку.

Розрахунок коефіцієнту конкордації  $W$  виконується за формулою (6.1 – 6.2).

Сума квадратів відхилень суми рангів за кожним фактором від середньої суми знаходиться як:

$$S = \sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2, \quad (6.3)$$

де  $X_j$  – сума рангів за  $j$ -м фактором  $n$ ;  $\bar{X}$  – середнє значення суми всіх рангів.

Гістограма будується по  $n$  факторах по накопичених значеннях.

Компетентність спеціаліста оцінюється шляхом співставлення значень рангів факторів за гістограмою з фактичною оцінкою спеціаліста

$$K = \frac{a}{a + b}, \quad (6.4)$$

де  $a$  – кількість співпадань;  $b$  – кількість неспівпадань оцінок.



У висновках відобразити свою компетентність та визначити місце методу в оцінці систем, їх стану та ін.

*Питання до перевірки знань:*

1. Які види систем можна оцінити за допомогою рангового коефіцієнту конкордації?
2. Що розуміється під ранговим коефіцієнтом конкордації?
3. Хто виступає в якості спеціалістів?
4. Як оцінити компетентність спеціалістів?
5. В яких межах знаходиться коефіцієнт конкордації?
6. Як визначається сума квадратів відхилень суми рангів за кожним фактором від середньої суми?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системологія на транспорті. Основи теорії систем і управління / Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.; під ред. М. Ф. Дмитриченка. – К. : Знання України, 2005. – 344 с. – (1 кн. / Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.; кн. 4).
2. Гаврилов Э. В. Теоретические основы проектирования и организации условий дорожного движения с учетом закономерностей поведения водителей : дис. ... доктора техн. наук / Э. В. Гаврилов. – К. : КАДИ, 1992. – 300 с.
3. Гаврилов Э. В. Системное проектирование автомобильных дорог / Э. В. Гаврилов, А. М. Гридчин, В. Н. Ряпухин. – Москва – Белгород : АСВ, 1998. – 138 с.
4. Попков Ю. С. Системный анализ и проблемы развития городов / Ю. С. Попков, М. В. Посохин, А. Е. Гутнов, Б. Л. Шмульян. – М. : Наука, 1983. – 512 с.
5. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский. – М. : Финансы и статистика, 1981. – 264 с.

*Навчальне видання*

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до проведення практичних та виконання самостійних робіт  
з дисципліни

**ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І  
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ**

*(для студентів 2-4 курсів денної та заочної форм навчання  
за напрямом підготовки 6.030601 "Менеджмент")*

Укладач: ПРАСОЛЕНКО Олексій Володимирович

Відповідальний за випуск: *В. К. Доля*

Редактор: *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2013, поз. 496 М

---

Підп. до друку 26.06.2013 р.  
Друк на ризографі  
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16  
Ум. друк. арк. 1,6  
Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.02.2011 р.