

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

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних завдань та самостійної роботи  
з навчальної дисципліни

**«ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ  
І УПРАВЛІННЯ»**

*(для студентів 3 курсу денної та 3 курсу заочної форм навчання  
напряму підготовки  
6.070101 – Транспортні технології (за видами транспорту))*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2016**

Методичні вказівки до виконання практичних завдань з навчальної дисципліни «Основи теорії систем і управління» (для студентів 3 курсу денної та 3 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.070101– Транспортні технології (за видами транспорту)) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. В. Прасоленко, І. О. Ткаченко, І. О. Толмачов. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 36 с.

Укладачі : канд. техн. наук О. В. Прасоленко,  
канд. техн. наук І. О. Ткаченко,  
ас. І. О. Толмачов

Рецензент : **Є. І. Куш**, кандидат технічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

*Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,  
протокол №1 від 31 серпня 2016 р.*

## ЗМІСТ

	Стор.
Практична робота № 1 РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПУ СИСТЕМИ.....	4
Практична робота № 2 ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ.....	10
Практична робота № 3 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ.....	16
Практична робота № 4 ІЄРАРХІЧНА ДЕКОМПОЗИЦІЯ СИСТЕМИ.....	18
Практична робота № 5 ВИМІРИ СИСТЕМНИХ ПАРАМЕТРІВ.....	20
Практична робота № 6 ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА СИСТЕМ.....	25
Практична робота № 7 ФОРМАЛЬНА ТА ЗМІСТОВНА МОДЕЛІ СИСТЕМ.....	29
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	35

## 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 таблиці 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.



Рисунок 1.1 – Класифікація систем за походженням

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.
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.

1	2
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).

Таблиця 1.2 – Класифікація систем за походженням

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

*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. Принципи поведінки схематично показані на рисунку 1.2.

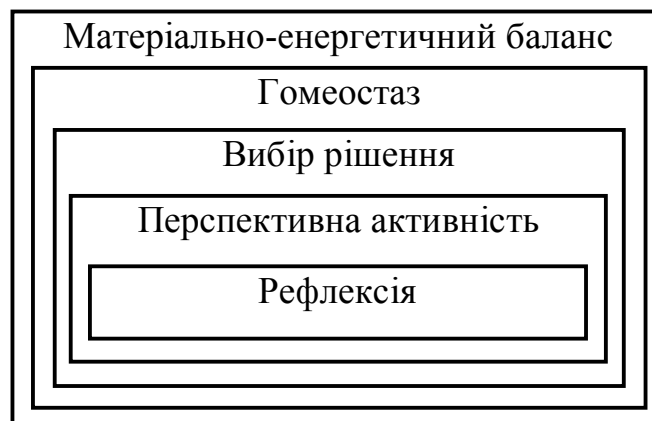


Рисунок 1.2 – Класифікація систем за принципами поведінки

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 відрізняться 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 таблиці 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.

Ціленаправлені – 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

<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 приведеного 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 таблиці 1.1 відповідно до теоретичного матеріалу, та пояснень до даної роботи.

Результати класифікації звести до таблиці 1.5 (таблиця заповнюється окремо для кожної системи).

Таблиця 1.5 – Результати розпізнавання системи

№ п/п	Класифікатор	Клас 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. Що таке системний підхід?
2. Що таке системний аналіз?
3. Як оцінюється цілісність системи?
4. Що таке елемент системи?
5. Що таке властивість системи?

## **Практичне заняття № 2**

### **ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ**

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

#### *Теоретична частина*

Модель – допоміжний засіб (об'єкт), яким у певних ситуаціях замінюють реальний об'єкт. Модель – це об'єкт-замінник. Тобто модель є допоміжним засобом, яке в певних умовах замінює систему при дослідженні її властивостей. Моделювання є невід'ємною частиною будь-якої цілеспрямованої діяльності. Алгоритм, тобто певна послідовність дій, також є моделлю, яка відтворює певну діяльність. З визначення зрозуміло, що модель – це дуже широке поняття. Моделі можуть бути не лише матеріальними, а й ідеальними або абстрактними. Наприклад, всі наші знання відображають певними моделями. Моделі – це

спеціальні системи, так що світ моделей – це системний світ. Особливе значення в наш час отримало математичне та машинно-інформаційне моделювання.

Види моделей:

- мовні, словесні;
- формальні;
- моделі-макети;
- моделі інформаційні.

Особливе місце серед абстрактних моделей займають мовні моделі. Неоднозначність, нечіткість природних мов може ускладнювати в певних ситуаціях практичну діяльність. Тоді створюються більш точні професійні мови, ціла складна ієрархія мов в сучасній науці, яка завершується формалізованою мовою математики і спеціальними машинними мовами ЕОМ.

Формальними є моделі, пов'язані з будь-яких систем і, отже, не відносяться ні до однієї конкретної системи. Моделі типу «чорний ящик», «білий ящик», складу і структури є формальними. Щоб отримати модель заданої системи, потрібно надати формальній моделі конкретний зміст.

Моделі за характером розгляду бувають: прагматичні і пізнавальні.

Пізнавальні моделі є формою організації та представлення знань, засобом з'єднання нових знань зі своїми. Тому при виявленні розбіжності між моделлю і реальністю постає завдання усунення цієї розбіжності за допомогою зміни моделі, тобто наближення моделі до реальності, яку модель відображає.

Прагматична модель є засобом управління, засобом організації практичних дій, способом представлення зразково правильних дій або їх результату. Тому, при розбіжності між моделлю і реальністю зусилля спрямовуються на наближення реальності до моделі. Тобто, прагматичні моделі носять нормативний характер, відіграють роль стандарту, зразка, під які підганяються діяльність та результат. Прикладами прагматичних моделей можуть бути плани і програми дій, статuti організацій, кодекси законів, алгоритми, робочі креслення і шаблони і т. д.

Іншими словами, основна відмінність між прагматичними і пізнавальними моделями можна виразити так: пізнавальні моделі відображають існуючий, а прагматичні – не існуюче, але бажане і (можливо) здійсненне.

Моделі можуть бути статичними і динамічними.

Якщо для наших цілей потрібно модель конкретного стану об'єкта, то така модель називається статичною. Прикладом є структурні моделі систем. У тих випадках, коли необхідно відобразити процес зміни станів, говорять про динамічних моделях.

Класифікація моделей за формою відображення:

- числові;
- логічні;
- графічні;
- машинні.

За характером аналізу систем:

- підсумкові;

– позиційні.

За характером використовуваних технічних засобів:

– аналогова;

– цифрова;

– імітаційна;

– абстрактна.

Моделі можуть бути математичними і фізичними.

Математична модель являє собою систему математичних відносин (формул, функцій, рівнянь, систем рівнянь), які описують ті чи інші сторони досліджуваного об'єкта.

До фізичних моделей відносяться матеріальні (реальні) аналогові моделі з прямою подобою.

Системи, в яких з часом відбувається зміна, називають динамічними. Вже на рівні чорного ящика розрізняють два типи динаміки систем: їх робота і розвиток. Роботу системи описують процеси, які відбуваються в системі і навколишнього маренні для досягнення мети. Розвиток систем відповідає процесам, які відбуваються при зміні мети системи. При розвитку існуюча структура системи може перестати відповідати новій мети, тоді для забезпечення функціонування змінюється структура, або навіть склад системи.

Важливу роль в удосконаленні моделювання систем грають математичні методи. Математична модель може відображати стан системи, зв'язку з середовищем, зв'язку між частинами системи, а також дію системи у вигляді певного набору математичних відносин.

Для опису статичних систем і моделей відповідними відносинами є: алгебраїчні рівняння, нерівності, їх системи і множини, що не залежать від часу  $Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ . Для опису динамічних систем і моделей використовуються функціональні, диференціальні, різницеві рівняння, нерівності та їх системи, що залежать від часу  $Y = f(x_i, t)$ .

В роботі розглядається декілька станів системи. При цьому зміна функціонування системи може бути описана декількома методами моделювання на вибір.

*Вихідні дані:* представлено в таблиці 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	
Розрахункові	x'													
	y'													

Розрахункові 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 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. Кореляційне поле побудувати по не згрупованих даних. Для дослідження форми взаємозв'язку чинників системи при їх кореляційній залежності 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  $y$ ;

$\bar{x\bar{y}}$  – середнє значення множника  $x\bar{y}$ ;

$\sigma_x, \sigma_y$  – 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 записати згідно з таблицею 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахункова таблиця

№ п/п	$x_i$	$y_i$	$x \cdot y$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$
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 таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахункова таблиця

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

Продовження таблиці 2.3

№ п/п	$\frac{y_i}{x_i}$	$y_i^{i0}$	$y_i^2$	$y_i^n$	$\Delta y_i^{i0}$	$\Delta y_i^2$	$\Delta y_i^n$
1							
2							
...							
n							
$\Sigma$							

3. Вибір моделі зробити по найменшій похибці 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 таке модель?

### 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, яке 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 мета системи. Кардинальними узагальнюючими показниками є показники економічної ефективності системи, що характеризують доцільність вироблених на створення і функціонування системи витрат.

*Вихідні дані:* представлено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Показник	Значення по варіанту									
	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 останнього номеру 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 по комплексу витрат емерджентних ресурсів.

Загальний річний ефект системи розрахувати по залежності:

$$E = P_t - Z_t \quad (3.1)$$

де  $P_t$  – дохід від виробництва, грн;

$Z_t$  – загальні витрати, грн.

Розрахувати по формулі:

$$P_t = C \cdot Q_t \quad (3.2)$$

де  $C$  – ціна виробу, грн;

$Q_t$  – об'єм виробництва, грн.

$$Z_t = C_t + K_t - L_t \quad (3.3)$$

де  $C_t$  – поточні витрати на виробництво, грн;

$K_t$  – разові витрати, грн;

$L_t$  – ліквідна вартість виробництва, грн.

Розрахувати в залежності:

$$C_t = S \cdot Q_t \quad (3.4)$$

де  $S$  – собівартість виробу, грн;

Ліквідність виробництва розраховуємо за наступною формулою:

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

де  $A$  – амортизація, %.

Ефективність оцінити по формулах:

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

де  $\Pi$  – прибуток.

Прибуток розрахувати як:

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

Строк окупності рівняється:

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

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

## **Практичне заняття № 4**

### **ПРОВЕСТИ ІЄРАРХІЧНУ ДЕКОМПОЗИЦІЮ СИСТЕМИ**

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

#### ***Теоретична частина***

Декомпозиція – науковий метод, що використовує структуру завдання і дозволяє замінити вирішення одного великого завдання рішенням серії менших

завдань. Тобто декомпозиція системи це – розділення системи чи завдань на менші більш прості складові частини, рішення або елементи.

На етапі декомпозиції здійснюються:

1. визначення і декомпозиція загальної мети дослідження;
2. виділення проблеми із середовища, визначення її близького і далекого оточення;
3. опис впливаючих чинників.

У сучасних методиках типовою є декомпозиція моделі на глибину 5-6 рівнів. На таку глибину декомпозується зазвичай одна з підсистем. Функції, які вимагають такого рівня деталізації, часто дуже важливі, а їх детальний опис дає ключ до основ роботи всієї системи.

У загальній теорії систем доведено, що більшість систем можуть бути декомпозовано на базові уявлення підсистем. До них відносять: послідовне (каскадне) з'єднання елементів, паралельне з'єднання елементів, з'єднання за допомогою зворотного зв'язку.

Проблема проведення декомпозиції полягає в тому, що в складних системах відсутня однозначна відповідність між законом функціонування підсистем і алгоритмом, що його реалізують. Тому здійснюється формування декількох варіантів (або одного варіанту, якщо система відображена у вигляді ієрархічної структури) декомпозиції системи [6].

В протилежному сенсі процесу декомпозиції є процес агрегування тобто створення системи з інших поєднаних частин або елементів. Так наприклад автомобіль може агрегуватися механічною чи автоматичною трансмісією.

### ***Вихідні дані***

Вихідну інформацію для розгляду прийняти системи (варіант обирається з практичної роботи №1).

### ***Етапи виконання завдання***

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

### ***Методичні вказівки до виконання роботи***

Конфігурантний агрегат сформувати з 3-4 ознак (мова за допомогою якої може бути описано стан системи – математична, біологічна, хімічна, технічна і т.п.). Декомпозицію і агрегування представити в вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1– Аналіз систем.

Назва системи	Конфігуранти і 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 відміну 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**

### **ВИМІРИ СИСТЕМНИХ ПАРАМЕТРІВ**

*Мета роботи:* придбати практичні навички щодо вміння робити виміри системних параметрів.

#### *Теоретична частина*

Системні ознаки мають певні властивості. Властивість – це категорія, що полягає з поняття предмета й відносини. Властивість – це функція одномісної характеристики системи (предикат). Властивості мають не тільки виходи системи, але й входи. Аналогічно властивості мають і внутрішні зв'язки системи. Тому, виміряти параметри системи необхідно. Вони можуть бути отримані за допомогою якісних і кількісних вимірників. Кількісні – це ті, які виражаються певним числом. Якісні – це ті, які, характеризують певним рівнем (високо – низько, добре – погано, пекуче – холодно). Рівень якісної характеристики може стати кількісною характеристикою, якщо ввести певні шкали. Якісні характеристики не можна розрахувати по певних формулах або обчислити. Їм можна дати лише логічну або абстрактну оцінку. Для того, щоб вирішувати дослідницькі завдання, переходять від якісних вимірників до кількісних.

Кількісні вимірники системних параметрів поділяються на прості, складні і структурні. До простих відносяться середнє арифметичне, гармонічне і геометричне. До складних відноситься середнє арифметичне зважене. До структурних відносяться мода і медіана.

Мода ( $M_o$ ) – одна з найважливіших характеристик сукупності, являє собою варіант, що найбільше часто зустрічається, у даному варіаційному ряді (модальна ціна одиниці товару, модальний розмір взуття і т.д.). Для

дискретного ряду мода визначається по частотах варіантів і відповідає варіанту з найбільшою частотою  $f_i$ .

Наприклад  $M_o$  – мода для ряду: 66 55 55 44 3 2 1 відповідає 5.

Медіана – значення ознаки, що варіює і доводиться на середину ранжируваної (упорядкованої) сукупності ( $M_e$ ). Медіана ділить ряд навпіл.

Наприклад  $M_e$  – 66 55 431 (медіана – 5), якщо  $n$  – непарне число одиниць ряду, то медіана рівна середньої арифметичної із двох середніх значень варіантів: 6 6 5 5 5 5 4 4 3 1 буде дорівнювати:

$$M_e = \frac{5+5}{2} = 5.$$

Структурний ряд може бути представлений у вигляді гістограми. Гістограма варіаційного ряду – графічне зображення інтервального варіаційного ряду у вигляді прямокутників різної висоти, основи яких – відрізки осі абсцис, що відповідають інтервалам зміни ознаки. Висоти прямокутників пропорційні при рівності інтервалів частотам ( $f_i$ ) [5].

### ***Вихідні дані***

Вихідні дані для розрахунків вибираються та коректуються згідно з номером залікової книжки. В таблиці 5.2 до значень параметрів системи ( $x$  та  $y$ ) додаються значення номеру варіанта з таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вибір номеру варіанта для визначення значень параметрів системи ( $x$  та  $y$ ).

Остання цифра номера залікової книжки	Передостання цифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3	30	31	32	33	34	35	0	1	2	3
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
6	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
7	34	35	0	1	2	3	4	5	6	7
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Примітка. Вибір варіанту проводиться згідно з шифром двох останніх цифр залікової книжки

Таблиця 5.2 – Параметри системи

Параметри	Стан системи									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вхідні параметри, $x$	12	19	11	29	17	23	36	15	26	21
Вихідні параметри, $y$	140	510	120	830	410	680	980	210	760	600

### **Етапи виконання завдання**

1. У ході роботи потрібно розрахувати прості відносні величини (арифметичні, геометричні, гармонічні та квадратичні середні).
2. Знайти середню зважену.
3. Знайти структурні середні.
4. Знайти медіану.
5. Зробити висновки по роботі.

### **Методичні вказівки до виконання роботи**

1. Розрахувати прості відносні величини (арифметичні, геометричні, гармонічні та квадратичні середні).

Розрахунки провести по формулах:

– середнє арифметичне:

$$\overline{X}_{\text{арифметичне}} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}; \quad (5.1)$$

$$\overline{Y}_{\text{арифметичне}} = \frac{\sum_{j=1}^n y_j}{n}, \quad (5.2)$$

де  $n$  – кількість станів системи;

$x_j$ ,  $y_j$  – відповідно вхідний та вихідний параметр системи відповідного стану.

– середнє геометричне:

$$\overline{X}_{\text{геометричне}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{x_j}}; \quad (5.3)$$

$$\overline{Y}_{\text{геометричне}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_j}}. \quad (5.4)$$

– середнє гармонічне:

$$\overline{X}_{\text{гармонічне}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_j}; \quad (5.5)$$

$$\overline{Y}_{\text{гармонічне}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n y_j}. \quad (5.6)$$

– середнє квадратичне:

$$\overline{X}_{\text{квадратичне}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_j \cdot x_{\text{арифметичне}})^2}{n}}; \quad (5.7)$$

$$\overline{Y}_{\text{квадратичне}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_j \cdot y_{\text{арифметичне}})^2}{n}}. \quad (5.8)$$

2. Розрахувати середнє зважене значення варіаційного ряду з урахуванням інтервалу розподілу.

Середнє зважене значення варіаційного ряду визначаємо за формулою:

$$X_{\text{середньозважене}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_j \cdot m_{x_j}}{\sum_{i=1}^n m_{x_j}}; \quad (5.9)$$

$$Y_{\text{середньозважене}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_j \cdot m_{y_j}}{\sum_{i=1}^n m_{y_j}}; \quad (5.10)$$

де  $m_{x_j}, m_{y_j}$  – величина інтервалів з урахуванням значення варіаційного ряду.

3. Величину інтервалів з урахуванням значення варіаційного ряду розраховуємо за формулою:

$$m_{x_j} = \left(\frac{i_x}{2} \cdot x_j\right); \quad (5.11)$$

$$m_{y_j} = \left(\frac{i_y}{2} \cdot y_j\right), \quad (5.12)$$

де  $i_x, i_y$  – величина інтервалу з урахуванням розмаху варіації відповідно вхідного і вихідного параметру системи.

Величину інтервалу розраховуємо за формулою:

$$i_x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n}; \quad (5.13)$$

$$i_y = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{n}. \quad (5.14)$$

де  $x_{\max}, y_{\max}$  – максимальні значення в варіаційному ряді відповідно вхідного і вихідного параметру системи;

$x_{\min}, y_{\min}$  – мінімальні значення в варіаційному ряді відповідно вхідного і вихідного параметру системи.

4. Визначити моду і медіану у варіаційному ряді.

Варіаційний ряд складається з чисел, які отримані з таблиці 5.2 після перетворення згідно з варіантом.

Для визначення медіани варіаційний ряд слід відкоригувати з урахуванням параметрів  $i_x, i_y$  і середньозваженого відхилення.

Значення медіани  $x_j, y_j$  відповідно вхідного і вихідного параметру системи відповідного стану  $n$  у варіаційному ряді визначається за формулою:

$$M_x = X_{\text{середньозважене}} + i_x + \frac{(x_H - x_M) \cdot (X_{\text{середньозважене}} - x_M)}{(x_H - x_M)}, \quad (5.15)$$

$$M_y = Y_{\text{середньозважене}} + i_y + \frac{(y_H - y_M) \cdot (Y_{\text{середньозважене}} - y_M)}{(y_H - y_M)}, \quad (5.16)$$

де  $M_x, M_y$  – медіана, що приходить на середину варіаційного ряду;

$x_H, y_H$  – максимальне значення  $x_j, y_j$  що, знаходиться попереду або після медіанного інтервалу (стан системи №5) в варіаційному ряді;



$x_M, y_M$  – мінімальне значення  $x_j, y_j$  що, знаходиться попереду або після медіанного інтервалу (стан системи №5 ) в варіаційному ряді.

Оформити результати роботи у вигляді звіту. Зробити висновки.

### ***Питання до перевірки знань***

1. Що називається системою?
2. Як оцінюється цілісність системи?
3. Що розуміють під функцією системи?
4. Що таке структура системи?

## **Практичне заняття № 6**

### **ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА СИСТЕМ**

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

#### ***Теоретична частина***

До точності фіксування значень факторів не пред'являють особливих вимог. Важливо тільки, щоб вона була відома. Але, чим вище точність, тим швидше будуть отримані результати з заданою вірогідністю. Слід вказати на дві найважливіші вимоги, що пред'являють до сукупності факторів. Це вимога відсутності кореляції між будь-якими двома факторами і вимога сумісності факторів. Вимога некорельованості не означає, що між факторами не має бути ніякого зв'язку. Досить, щоб цей зв'язок не був лінійним. Несумісність факторів виникає тоді, коли деякі комбінації їхніх значень не можуть бути здійснені. Може, наприклад, виявитись, що деяка концентрація речовин приводить при їхньому зміщенні до вибуху.

Таким чином, фактори мають бути визначені операційно, для них вказують область визначення, точність вимірювання і підтримки. Крім того вони мають бути некорельованими і сумісними.

Якщо виникає необхідність вивчити в статичній формі динамічні особливості об'єкта дослідження, використовують складні фактори – критерії подоби.

При складанні списку факторів слід врахувати всі можливі фактори, як би велике не було їхнє число. Краще включити кілька зайвих несуттєвих факторів, ніж пропустити один суттєвий. Подальший відбір факторів здійснюють експертним методом або за результатами попереднього пошукового експерименту.

Процедура відбору факторів експертним методом зводиться до наступного: широкому колу фахівців, що працюють в області дослідження, пропонують розташувати фактори в порядку убудування 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 (рисунок 6.1).

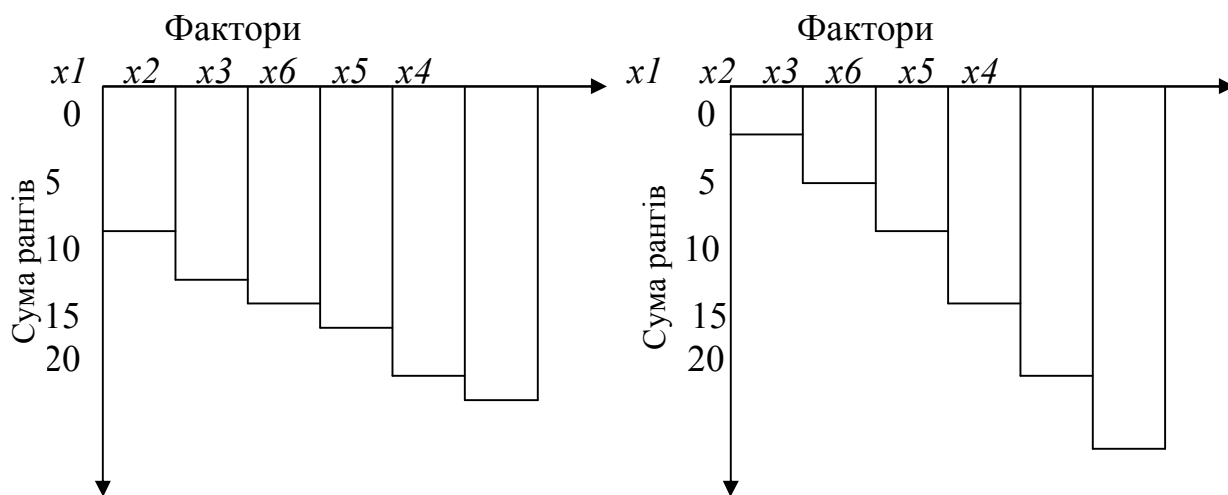


Рисунок 6.1 – Діаграми рангів

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.).

Базою для розробки моделей фізичних процесів є закони фізики і хімії. Трактування основних законів фізики і хімії повинні виходити з єдиного підходу, у ролі якого служить системний аналіз.

Основною операцією аналізу є поділ цілого на частини. Задача розпадається на під задачі, система – на підсистеми, цілі – на під цілі. При необхідності цей процес повторюється, що приводить до ієрархічних деревоподібних структур.

На початковому етапі поділ досліджуваного об'єкта на частини виконує експерт. Як основу для розподілу експерт використовує деяку модель. 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 [6].

### ***Вихідні дані***

Ранжирувані оцінки спеціалістами наслідків адаптації наведено у таблиці 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 у таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Ранжирувані оцінки спеціалістами наслідків адаптації

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

При заповненні таблиці 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 таблиці 6.1 записуються в першу строчку.

Розрахунок коефіцієнту конкордації  $W$  проводиться по формулі (6.1).

Сума квадратів відхилень суми рангів по кожному фактору від середньої суми знаходиться як:

$$S = \sum_{i=1}^m \left( \sum_{j=1}^n X - \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X}{m} \right)^2, \quad (6.3)$$

де  $x$  – присвоєний ранг (бал).

Гістограма будується по  $m$  факторах по накопичених значеннях.

Середнє значення розраховується по залежності:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X}{m} \quad (6.4)$$

Компетентність спеціаліста оцінюється шляхом співставлення значень рангів факторів по гістограмі з фактичною оцінкою спеціаліста

$$K = \frac{a}{a+b}, \quad (6.5)$$

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 узгодження;
2. Що розуміється під ранговим коефіцієнтом узгодження;
3. Хто виступає в якості спеціалістів;
4. Як оцінити компетентність спеціалістів.

### **Практичне заняття № 7**

#### **ФОРМАЛЬНА ТА ЗМІСТОВНА МОДЕЛІ СИСТЕМ**

*Мета роботи:* придбати практичні навички щодо побудови формальної та змістовної моделі систем.

#### ***Теоретична частина***

У більшості випадків системного аналізу немає можливості використовувати реальні об'єкти в якості об'єктів дослідження. Причина цього – необхідність руйнування об'єкта. У таких випадках об'єктом є модель.

Критерієм вибору об'єкта заміника (моделі) є мета аналізу. Найчастіше матеріальні моделі використовуються для аналізу складу і структури системи; ідеальні – для дослідження реакцій зміни виходу від входу системи.

Оцінним показником вибору моделі є подібність емерджентних властивостей об'єкта і моделі. Подібність визначається точністю, яка вимірюється абсолютної або відносної помилкою. Для того, щоб отримати можливий діапазон залежностей реакції між входом і виходом над реальними об'єктами може проводитися експеримент. Експеримент – фіксування значень параметрів об'єкта в різних режимах його функціонування.

Експерименти бувають:

Активні – це ті, які змушують цілеспрямовано змінюватися в залежності від стану об'єкта.

Пасивні – це ті, які займаються фіксацією реальних станів у природних умовах.

Формальна модель не має фізичного (речового) висловлювання. Нагадаємо, що при всьому різноманітті моделей формальних типів моделей небагато, це моделі «чорної скриньки», складу, структури, конструкції (структурної схеми) – кожна в статичному або динамічному варіанті. Це

дозволяє організувати потрібний перебір типів моделей, повний чи скорочений, в залежності від необхідності.

Однак підставою для декомпозиції може служити тільки конкретна, змістовна модель розглянутої системи. Вибір формальної моделі лише підказує, якого типу повинна бути модель-підстава; формальну модель слід наповнити змістом, щоб вона стала підставою для декомпозиції. Повнота декомпозиції забезпечується повнотою моделі-основи, а це означає, що слід подбати про повноту формальної моделі.

Приклад. Формальний перелік типів ресурсів складається з енергії, матерії, часу, інформації (для соціальних систем додаються кадри і фінанси). При аналізі ресурсного забезпечення будь-якої конкретної системи цей перелік не дає пропустити щось важливе.

Повнота формальної моделі повинна бути предметом особливої уваги. Тому, одна з важливих задач інформаційного забезпечення системного аналізу і полягає в накопиченні наборів повних формальних моделей (у штучному інтелекті такі моделі носять назву фреймів). Існує кілька прийомів, які допомагають домогтися повноти у формальних моделях і підвищити повноту змістовних моделей.

Конфлікт при аналізі систем.

Конфлікт – розбіжність точок зору різних учасників на рішення якоїсь проблеми. Як і математики в теорії систем, конфліктом вважається можливість досягнення однакового результату різними методами.

Повнота – ступінь розміру проблеми.

Простота – зручність використання, компактність.

Між повнотою і простотою аналізу та синтезу системи існує конфлікт.

Принцип простоти вимагає скорочувати розміри дерева системи. Ми вже знаємо, що розміри «вшир» моделі, служить підставою декомпозиції. Тому принцип простоти змушені здійснювати дає брати як можна більш компактні моделі – підстави з певною кількістю елементів. Навпаки, принцип повноти змушує брати як можна більш розвинені, подробиці моделі. Компроміс досягається за допомогою поняття істотності: в модель – підстава включаються тільки компоненти, суттєві по відношенню до мети аналізу. Як бачимо, це поняття неформальне, тому вирішення питання про те, що ж є для даної моделі істотним, а що – ні, покладається на експерта.

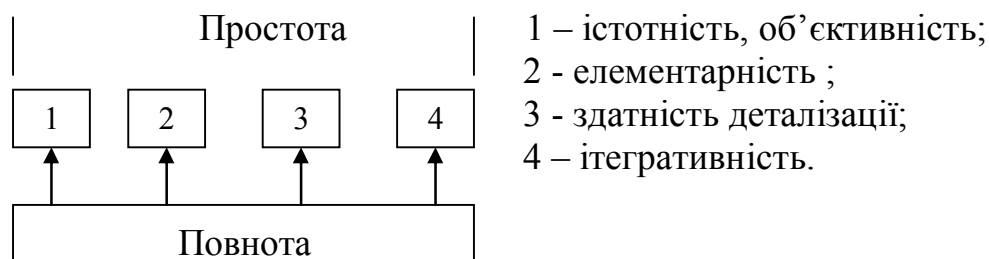


Рисунок 7.1 – Принцип повноти і простоти системи

Принцип простоти декомпозиції прагне представити результат в простому вигляді, що не вимагає подальшого розкладання, тобто результату простого, зрозумілого, реалізуемого, свідомо здійсненого; будемо називати його елементарним.

Для деяких завдань (наприклад, математичних, технічних і т.п.) поняття елементарності може бути конкретизовано до формальної ознаки, в інших задачах аналізу воно неминуче залишається неформальним і перевірка фрагментів декомпозиції елементарність доручається експертам. Неелементарному фрагмент підлягає подальшій декомпозиції на інший.

Інтегративність алгоритму декомпозиції надає йому варіабельність, можливість користуватися моделями різної детальності на різних гілках, поглиблювати деталізацію скільки завгодно (якщо це буде потрібно).

Найбільш часто декомпозиція проводиться шляхом побудови дерева цілей і дерева функцій. Основною проблемою при цьому є дотримання двох суперечливих принципів:

1. повноти – проблема повинна бути розглянута максимально всебічно й докладно;
2. простоти – все дерево повинно бути максимально компактним «вшир» і «вглиб».

Компроміс досягається за допомогою чотирьох основних понять:

1. суттєвості – в модель включаються тільки компоненти, істотні по відношенню до цілей аналізу;
2. елементарності – доведення декомпозиції до простого, зрозумілого, реалізованого результату;
3. поступової деталізації моделі;
4. інтегративності – можливість введення нових елементів у основу і продовження декомпозиції по них на різних гілках дерева.

Глибина декомпозиції обмежується. Якщо при декомпозиції з'ясовується, що модель починає описувати внутрішній алгоритм функціонування елемент замість закону його функціонування у вигляді «чорного ящика», то в цьому випадку відбулася зміна рівня абстракції. Це означає вихід за межі мети дослідження системи і, отже, потрібно припинення декомпозиції.

### ***Вихідні дані***

Вихідними аналітичними моделями прийняти системи згідно з варіантом в таблиці 7.1.

Перед виконанням роботи слід повторити відповідний теоретичний матеріал, підготувати варіант класифікації системи, заданої згідно з варіантом (див. табл.7.1). Вибір варіанту списку наборів систем проводиться згідно з шифром двох останніх цифр залікової книжки.

Таблиця 7.1 – Варіант списку наборів систем

Остання цифра номера залікової книжки	Передостання цифра номера залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3	30	31	32	33	34	35	0	1	2	3
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
6	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
7	34	35	0	1	2	3	4	5	6	7
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Вибір варіанту проводиться згідно з шифром двох останніх цифр залікової книжки

Список наборів систем (Визначається згідно з варіантом з таблиці 7.1):

0. Комп'ютер, кішка, армія.
1. Радіоприймач, дельфін, електростанція.
2. Велосипед, собака, ферма.
3. Локомотив, кріль, факультет.
4. Телевізор, олень, транспортна мережа.
5. Мотоцикл, людина, республіка.
6. Моторолер, мавпа, держава.
7. Трактор, риба, адміністративна область.
8. Стіл, рослина, сім'я.
9. Моторний човен, птах, соціальна група
10. Літак, рослина, цех.
11. Автомобіль, кіт, підприємство.
12. Стрілець, горобець, посередницька фірма.
13. Кухня, змія, футбольна команда.
14. Квартира, миша, неформальне об'єднання.
15. Дім, орел, парламент.
16. Плейер, корова, клас.
17. Завод, акула, мітинг.
18. Залізнична станція, водій, ПТУ.
19. Мурашник, їдальня, вагон.
20. Річка, магнітофон, пасіка.
21. Сховище, комбайн, бджолиний вулик.
22. Казарма, корабель, горобець.
23. Олімпіада, церква, комп'ютер.
24. Холодильник, перукарня, готель.
25. Світлофор, рушниця, табун.



26. Годинник, кафедра, ястреб.
27. Прокуратура, ястреб, дім.
28. Відеокамера, ансамбль, зоопарк.
29. Відділ кадрів, карп, вугільна шахта.
30. Спортивні секції, крокодил, конвеєр.
31. Інтернет, пансіонат, плановий відділ.
32. Острів, пудель, церква.
33. Жирафа, гуртожиток, телевізор.
34. Вокзал, автобус, лисиця.
35. Причеп, лікарня, партія.

### ***Етапи виконання завдання***

1. Побудувати моделі «чорної скрині».
2. Скласти моделі складу систем.
3. Розробити моделі структури систем.
4. Дати формальні моделі схем систем.
5. Створити змістовні моделі систем.
6. Визначити стани досліджуваної системи.
7. Окреслити максимальні допустимі рівні повноти та простоти.
8. Продемонструвати залежність повноти від цілі системи.
9. Зробити висновки по роботі.

### ***Методичні вказівки до виконання роботи***

Процедуру формування моделей провести по усіх системах варіанту.

На першому етапі дати схематичне зображення моделей «чорної скрині», складу та структури систем, не називаючи складових частин, зв'язків, входів та виходів систем. Але схеми повинні відтворювати дійсні складові та зв'язки в системах.

Наповнення змістом систем можливо виконати в схематичному виді, а також представити в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2. – Змістовні моделі систем

Назва системи	Вхідні параметри	Вихідні властивості	Складові елементи систем	Складові підсистеми	Характер зв'язку

Схеми систем повинні бути конгломератом формальних систем нижчого порядку.

Зробити добірку можливих станів дослідження системи, які співвідношення входів та виходів системи (стани) можуть стати предметом дослідження.

Максимальну допустимі рівнів повноти продемонструвати на прикладі дерева аналізу. Виявити межі появи складності систем і їх типів.

Демонстрацію залежності повноти від цілі зробити в табличній формі, у таблицю 7.3.

Таблиця 7.3 – Зв'язки цілі та повноти системи

Назва цілі	Елементарна ознака	Тип складності

В висновках відмітити важливість досягнення компромісів. Продемонструвати наслідки ігнорування компромісного підходу.

### *Питання до перевірки знань*

1. Що розуміється під чорною скринькою?
2. Що таке структура системи?
3. Як характеризується змістовні моделі?
4. Назвіть шкали корисності для оцінки наслідків прийняття вирішення?
5. Що таке повнота система?
6. Що розуміють під складністю системи?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системологія на транспорті: у 5 т. / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля, та ін. – Київ: Знання України, 2005 р. – Т. 1. – 344 с. – ( Основи теорії систем і управління ).
2. Многокритериальная оптимизация : Математические аспекты: посіб./ Б. А. Березовский, Ю. М. Барышников, В. И. Борзенко, Л. М. Кемпнер. – М. : Наука, 1989. – 128 с.
3. Гаврилов Э. В. Долгосрочное прогнозирование на автомобильном транспорте / Э. В.Гаврилов, Н. В. Ярещенко, И. В. Мусяенко // Вестник ХГАДТУ: науч. журнал. – Харьков: Изд. ХГАДТУ, 2000. – Вып. 12–13. – с. 23–30.
4. Налимов В. В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов : учеб. / В. В. Налимов, Н. А. Чернова. – М. : Наука, 1985. – 340 с.
5. Гутер Р. С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта : учеб. / Р. С. Гутер, Б. В. Овчинский – М. : Наука, 1970. – 432 с.

*Навчальне видання*

Методичні вказівки  
до виконання практичних завдань та самостійної роботи  
з навчальної дисципліни

## **«ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І УПРАВЛІННЯ»**

*(для студентів 3 курсу денної та 3 курсу заочної форм навчання  
напряму підготовки*

*6.070101 – Транспортні технології (за видами транспорту))*

Укладачі : **ПРАСОЛЕНКО** Олексій Володимирович,  
**ТКАЧЕНКО** Ірина Олександрівна,  
**ТОЛМАЧОВ** Ілля Олександрович

Відповідальний за випуск *О. М. Ярмак*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. О. Ткаченко*

План 2016, поз. 206 М

---

Підп. до друку 13. 12. 2016 р.  
Друк на ризографі  
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16  
Ум. друк. арк. 2,2  
Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.