

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування
рухом поїздів**

**ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ СИСТЕМИ
КЕРУВАННЯ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних робіт, виконання контрольної та розрахунково-
графічної роботи, дипломного проєктування
з дисципліни**

«ІНТЕГРОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ»

Харків 2024

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 25 березня 2024 р., протокол № 8.

Наведено завдання та методичні рекомендації до практичних робіт, виконання контрольної та розрахунково-графічної роботи, дипломного проектування, а також рекомендації до самостійного вивчення відповідних розділів курсу.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», які вивчають дисципліну «Інтегровані інформаційно-керуючі системи» усіх форм здобуття освіти.

Укладач:

доц. О. В. Щебликіна

Рецензент

доц. Н. А. Корольова

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЦІЛІ МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК	4
2 КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ДАНІ.....	5
3 ЗАВДАННЯ	19
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ.....	23
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	24

ВСТУП

Метод аналізу ієрархій (МАІ) є систематичною процедурою для ієрархічного представлення елементів, що визначають суть будь-якої проблеми. Метод полягає в декомпозиції проблеми на дедалі простіші складові частини та подальшому опрацюванні послідовності суджень особи, яка ухвалює рішення (ОУР), за парними порівняннями. У результаті може бути виражено відносний ступінь (інтенсивність) взаємодії елементів в ієрархії. Ці судження потім виражаються чисельно. Метод аналізу ієрархії включає процедури синтезу множинних суджень, отримання пріоритетності критеріїв і знаходження альтернативних рішень. Корисно зазначити, що отримані в такий спосіб значення є оцінками в шкалі відношень і відповідають так званим жорстким оцінкам.

Розв'язання проблеми є процесом поетапного встановлення пріоритетів і переходу від розв'язання складної задачі до розв'язання багатоступеневої задачі. На першому етапі виявляються найважливіші елементи проблеми, на другому найкращий спосіб перевірки спостережень, випробування та оцінювання елементів, наступним етапом може бути вироблення способу застосування рішення та оцінювання його якості. Увесь процес піддається перевірці та переосмисленню доти, доки не буде впевненості, що процес охопив усі важливі характеристики, потрібні для представлення та розв'язання проблеми.

1 ЦІЛІ МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

Цілями методичних вказівок є:

– опанування здатностями в обґрунтуванні елементної бази, компонентів сучасних систем автоматизації та робототехніки;

- застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності;
- розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації;
- аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації;
- збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

2 КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ДАНІ

Найзручніше процес ухвалення рішення подати у вигляді послідовності ієрархій: у цьому разі результати, отримані в одній із них, використовують як вхідні дані під час вивчення наступної. У цьому методі процес розв'язання такої багатоступеневої задачі подається у вигляді ієрархії, що складається з трьох рівнів (рисунок 1). На верхньому рівні ієрархії відображається основне завдання. На другому рівні відображаються критерії, за якими здійснюватиметься оцінювання варіантів розв'язання задачі. На третьому рівні відображаються варіанти рішень.

Така форма низхідної декомпозиції може бути легко використана для задач широкого класу. До того ж нескладна модифікація з включенням петель зворотного зв'язку охопить ще ширший клас завдань.

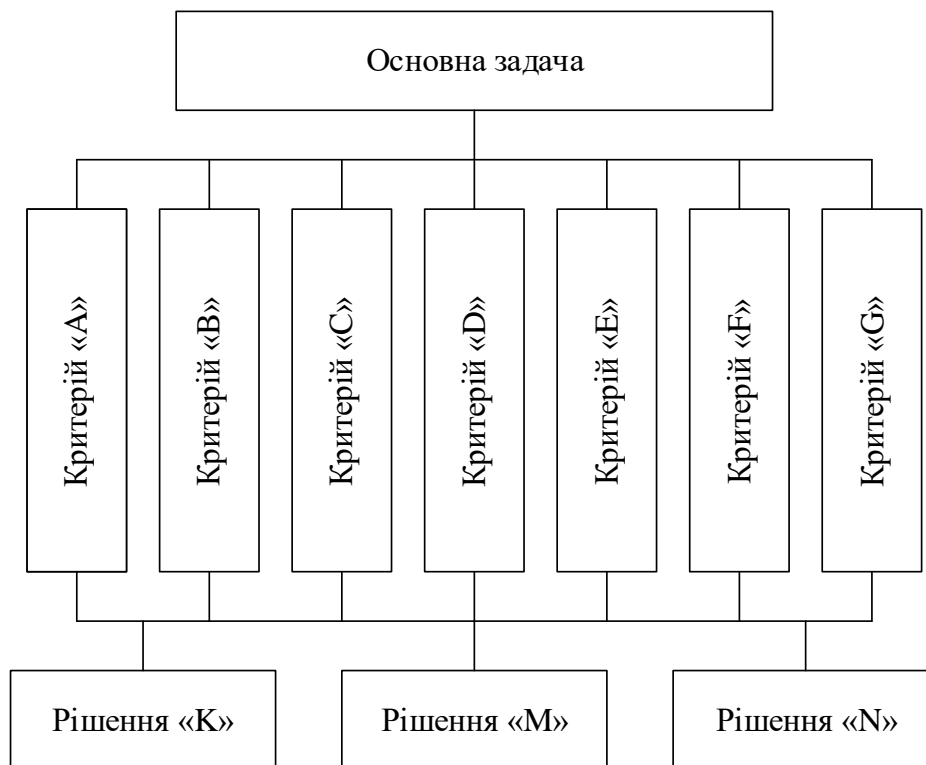


Рисунок 1 – Ієрархія ухвалення рішення

Закон ієрархічної безперервності вимагає, щоб елементи нижнього рівня ієрархії були порівнянними попарно щодо елементів наступного рівня і т. д. аж до вершини ієрархії.

Наприклад, треба отримати відповіді, що мають сенс, на запитання такого типу: наскільки рішення "К" краще за рішення "М" або "N" за критерієм "А" або наскільки стосовно основної мети критерій "А" важливіший від критерію "В" тощо. Коли є сумніви щодо того, які рівні ввести в ієрархію, закон ієрархічної безперервності забезпечує зв'язок. Метою побудов є отримання пріоритетів елементів на останньому рівні, які найкращим чином відображають відносний вплив на вершину ієрархії.

Після ієрархічного або мережевого відтворення проблеми встановлюємо пріоритети критеріїв і оцінюємо кожну з альтернатив за критеріями, виявивши найважливішу з них.

Для проведення цих дій у МАІ елементи задачі порівнюють попарно щодо їхнього впливу («ваги», або «інтенсивності») на загальну для них

характеристику. Проведені парні порівняння приводяться до матричної форми – квадратної таблиці. Порівнюючи набір складових проблеми один з одним, отримуємо таку квадратну матрицю (рисунок 2).

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & & a_{nn} \end{pmatrix} .$$

Рисунок 2 – Матриця парних порівнянь

Очевидно, що ця матриця має властивості зворотної симетричності, тобто $a_{ji}=1/a_{ij}$, де індекси i і j належать до рядка і стовпця відповідно.

Нехай $A_1, A_2 \dots A_n$ – множина з n елементів $w_1, w_2 \dots w_n$ – відповідно їхні ваги або інтенсивності. Під час проведення парного аналізу порівнюємо вагу, або інтенсивність, кожного елемента з вагою, або інтенсивністю, будь-якого іншого елемента множини стосовно спільної для них властивості або мети (рисунок 3).

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	W_1/W_1	W_1/W_2	...	W_1/W_n
A_2	W_2/W_1	W_2/W_2	...	W_2/W_n
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots
A_n	W_n/W_1	W_n/W_2	...	W_n/W_n

Рисунок 3 – Матриця парних порівнянь (табличний вигляд)

У разі, коли ваги або інтенсивність заздалегідь невідома, зручно користуватися шкалою відносної важливості (таблиця 1).

Таблиця 1 – Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення	Пояснення
0	Непорівнянні	Експерт вагається з порівнянням
1	Рівноважність	Рівний вклад видів діяльності в ціль
3	Помірна перевага одного на іншим	Досвід суджень дають легку перевагу одному виду діяльності над іншим
5	Істотна або сильна перевага	Досвід суджень дають сильну перевагу одному виду діяльності над іншим
7	Значна перевага	Одному з видів діяльності надається настільки сильна перевага, що він становиться практично істотним
9	Дуже значна перевага	Очевидна перевага одного виду діяльності над іншим підтверджується найбільш сильно
2,4,6,8	Проміжні рішення між двома сусідніми судженнями	Застосовують в компромісних випадках
Зворотні величини приведених вище чисел	Якщо при порівнянні одного виду діяльності з іншим отримано з вищеперерахованих чисел (наприклад 3), то при порівнянні другого виду діяльності з першим отримуємо зворотню величину (1/3)	

Для визначення важливості критеріїв проводять парний аналіз і будують матрицю. Надалі для кожного наступного рівня ієрархії будують додаткові матриці.

Під час проведення попарних порівнянь здебільшого ставлять такі запитання (при порівнянні елементів А і В):

- який із них важливіший або має більший вплив?
- який із них більш імовірний?
- який із них кращий?

Після проведення парних порівнянь, для всіх рівнів ієрархії, з групи матриць парних порівнянь ми формуємо набір локальних пріоритетів, які виражають відносний вплив безлічі елементів на елемент, що примикає зверху рівня. Знаходимо відносну силу, величину, цінність, бажаність або ймовірність кожного окремого об'єкта через «розв'язання» матриць, кожна з яких має оберненосиметричні властивості. Для цього потрібно обчислити безліч власних векторів для кожної матриці, а потім нормалізувати результат до одиниці, отримуючи тим самим вектор пріоритетів.

Обчислення власних векторів можна зробити, перемножуючи елементи в кожному рядку і добуваючи корені n-го ступеня, де n – число елементів. Отриманий у такий спосіб стовпець чисел нормалізується діленням кожного числа на суму всіх чисел:

$$\sqrt[n]{\frac{W_1}{W_1} \times \frac{W_1}{W_2} \times \dots \times \frac{W_1}{W_n}} = a_1,$$
$$sum = a_1 + a_2 + \dots + a_n.$$

Далі проводимо нормалізацію векторів пріоритетів шляхом ділення власного вектора на суму всіх векторів:

$$a_1 / sum = x_1.$$

За отриманими даними можна судити про ступінь важливості. Далі проводимо множення матриці на вектор пріоритетів. Множимо перший елемент рядка на перший елемент стовпчика, другий елемент у рядку на

другий елемент стовпчика тощо. Потім підсумовуємо ці величини й отримуємо одне число для цього рядка (рисунок 4).

$$\begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{cccc}
 \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_3} & \frac{w_1}{w_4} \\
 \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \frac{w_2}{w_3} & \frac{w_2}{w_4} \\
 \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \frac{w_3}{w_3} & \frac{w_3}{w_4} \\
 \frac{w_4}{w_1} & \frac{w_4}{w_2} & \frac{w_4}{w_3} & \frac{w_4}{w_4}
 \end{array} \right] \cdot \begin{array}{c} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{array} = \begin{array}{c} \frac{w_1}{w_1} x_1 + \frac{w_1}{w_2} x_2 + \frac{w_1}{w_3} x_3 + \frac{w_1}{w_4} x_4 = Y_1 \\ \frac{w_2}{w_1} x_1 + \frac{w_2}{w_2} x_2 + \frac{w_2}{w_3} x_3 + \frac{w_2}{w_4} x_4 = Y_2 \\ \frac{w_3}{w_1} x_1 + \frac{w_3}{w_2} x_2 + \frac{w_3}{w_3} x_3 + \frac{w_3}{w_4} x_4 = Y_3 \\ \frac{w_4}{w_1} x_1 + \frac{w_4}{w_2} x_2 + \frac{w_4}{w_3} x_3 + \frac{w_4}{w_4} x_4 = Y_4
 \end{array}
 \end{array}$$

Рисунок 4 – Визначення векторів пріоритетів

Коли матриця має такий вигляд, виходить, що насправді $x_1, x_2 \dots x_n$ є не що інше, як $w_1, w_2 \dots w_n$ відповідно. Зі співвідношень W_i/W_j визначимо кожен компоненту W . Важливо зазначити, що в матриці суджень немає відношення у вигляді W_i/W_j , а є тільки цілі числа або їхні зворотні величини зі шкали. Ця матриця в загальному випадку неузгоджена. Алгебраїчно завдання в разі узгодженості полягає в розв'язанні рівняння $Aw = \lambda w$, $A = (w_i/w_j)$, а загальне завдання зі зворотносиметричними судженнями полягає в розв'язанні рівняння $A(w) = \lambda_{max} w$, $A = (a_{ij})$, де λ_{max} – найбільше власне значення матриці суджень A .

Корисним продуктом теорії є індекс узгодженості (ІУ), який дає інформацію про ступінь порушення чисельної та транзитивної узгодженості. Для поліпшення узгодженості можна рекомендувати пошук додаткової інформації та перегляд даних, використаних при побудові шкали. Однак досконалої узгодженості під час вимірювань навіть із найточнішими інструментами важко досягти на практиці. Потрібен спосіб оцінювання ступеня узгодженості під час розв'язання конкретного завдання.

Разом із матрицею парних порівнянь ми маємо міру оцінки ступеня відхилення від узгодженості. Коли такі відхилення перевищують

встановлені межі, тому, хто проводить судження, слід перевірити ще раз їх у матриці.

Індекс узгодженості в кожній матриці та для всієї ієрархії може бути наближено отриманий обчисленнями вручну. Спочатку складається кожен стовпчик суджень, потім сума першого стовпчика множиться на величину першої компоненти нормалізованого вектора пріоритетів, сума другого стовпчика – на другу компоненту і т. д. Потім розраховуємо індекс узгодженості

$$\mu = \frac{|\lambda_{max} - n|}{n - 1},$$

де n – кількість порівнюваних елементів.

Тепер порівняємо цю величину з тією, яка вийшла б у разі випадкового вибору кількісних суджень зі шкали 1/9, 1/8, 1/7, ..., 1,2, ..., 9, але при утворенні оберненосиметричної матриці. У таблиці 2 наведено середні узгодженості для випадкових матриць різного порядку.

Таблиця 2 – Середні узгодженості для випадкових матриць різного порядку

Розмір матриці (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадкова узгодженість (μ_T)	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Якщо розділити ІУ на число, що відповідає випадковій узгодженості матриці того самого порядку, отримаємо відношення узгодженості (ВУ)

$$ВУ = \frac{ІУ}{\mu_T}.$$

Величина ВУ має бути близько 10 % або менше, щоб бути прийнятною. У деяких випадках можна допустити 20 %, але не більше. Якщо ВУ виходить із цих меж, то учасникам потрібно дослідити завдання і перевірити свої судження.

Короткий опис етапів МАІ

1 Окресліть проблему і визначте, що ви хочете дізнатися.

2 Побудуйте ієрархію, починаючи з вершини (цілі – з погляду управління), через проміжні рівні (критерії, за якими залежать наступні рівні) до найнижчого рівня (який зазвичай є переліком альтернатив).

3 Побудуйте множину матриць парних порівнянь для кожного з нижніх рівнів – по одній матриці для кожного елемента рівня, що примикає зверху. Цей елемент називають спрямовуваним щодо елемента, розташованого на нижньому рівні, оскільки елемент нижнього рівня впливає на розташований вище елемент. У повній простій ієрархії будь-який елемент впливає на кожен елемент рівня, що примикає зверху. Елементи будь-якого рівня порівнюють один з одним щодо їхнього впливу на спрямовуваний елемент. Таким чином, отримуємо квадратну матрицю суджень. Попарні порівняння проводяться в термінах домінування одного з елементів над іншим. Ці судження потім виражаються в цілих числах (таблиця для величин суджень). Якщо елемент А домінує над елементом Б, то клітина, яка відповідає рядку А і стовпчику Б, заповнюється цілим числом, а клітина, яка відповідає рядку Б і стовпчику А, заповнюється оберненим до нього числом (дробом). Якщо елемент Б домінує над елементом А, то відбувається зворотнє: ціле число ставиться в позицію Б, А, а зворотна величина автоматично в позицію А, Б. Якщо вважається, що А і Б однакові, в обидві позиції ставиться одиниця.

4 На етапі 3 для отримання кожної матриці потрібно $n(n-1)/2$ суджень (нагадаємо, що під час кожного парного порівняння автоматично приписуються зворотні величини).

5 Після проведення всіх парних порівнянь і введення даних за власним значенням можна визначити узгодженість. Потім, використовуючи відхилення λ_{max} від n , перевіряємо індекс узгодженості, далі, порівнюючи з відповідними середніми значеннями для випадкових елементів, отримуємо відношення узгодженості.

6 Етапи 3, 4 і 5 проводяться для всіх рівнів і груп в ієрархії.

7 Тепер використовується ієрархічний синтез для зважування власних векторів вагами критеріїв і обчислюють суму за всіма відповідними зваженими компонентами власних векторів рівня ієрархії, що лежить нижче.

8 Узгодженість усієї ієрархії можна знайти, перемножуючи кожен індекс узгодженості на пріоритет відповідного критерію та склавши отримані числа. Результат потім ділиться на вираз такого самого типу, але з випадковим індексом узгодженості, що відповідає розмірам кожної зваженої пріоритетами матриці. Зазначимо, що прийнятним є ВУ близько 10 % або менше. В іншому разі якість суджень слід поліпшити, можливо, переглянувши спосіб, за яким ставлять запитання під час проведення парних порівнянь. Якщо це не допоможе поліпшити узгодженість, то, ймовірно, завдання слід більш точно структурувати, тобто згрупувати аналогічні елементи під більш значущими критеріями. Буде потрібне повернення до етапу 2, хоча перегляду можуть потребувати тільки сумнівні частини ієрархії.

Приклад. Сім'я середнього достатку вирішила купити будинок. У результаті обговорення вдалося визначити вісім критеріїв, яким, як здавалося, має задовольняти будинок. Ці критерії можна розбити на три кластери: економічний, географічний і фізичний. Хоча можна було почати з дослідження порівняльної важливості кластерів, члени сім'ї відчували, що їм хочеться визначати порівняльну важливість усіх чинників, не маючи справи з кластерами. Завдання полягало у виборі одного з трьох будинків-

кандидатів. Перший крок полягає в декомпозиції та поданні завдання в ієрархічній формі (рисунок 5). На першому (вищому) рівні знаходиться загальна мета – «Дім». На другому рівні розташовано вісім чинників або критеріїв, що уточнюють мету, і на третьому (нижньому) рівні розташовано три будинки-кандидати, які потрібно оцінити стосовно критеріїв другого рівня.

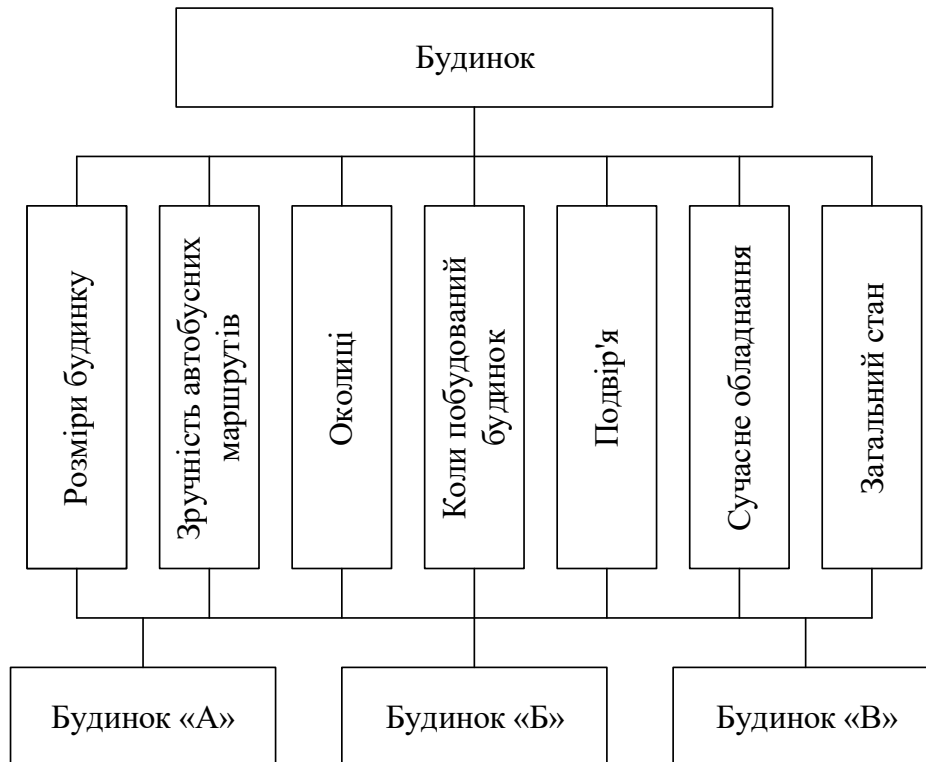


Рисунок 5 – Декомпозиція та подання завдання в ієрархічній формі

Далі йде визначення критеріїв і графічне представлення ієрархії. У членів сім'ї були такі критерії (таблиці 3–7):

1 Розміри будинку: ємність сховищ; розміри кімнат; кількість кімнат; загальна площа будинку.

2 Зручність автобусних маршрутів: близька автобусна стоянка.

3 Околиці: інтенсивність руху транспорту; безпека; гарний вигляд; низькі податки; доглянуті околиці.

4 Коли побудовано будинок: не потребує пояснення.

5 Подвір'я: включає простір перед будинком, ззаду, збоку, а також відстань до сусідів.

6 Сучасне обладнання: посудомийна машина; видалення сміття; кондиціонування повітря; система сигналізації та інші подібні пристрої, наявні в будинку.

7 Загальний стан: потреба в ремонті; стіни, килим, драпірування, чистота; електропроводка; дах; водопровідна система.

8 Фінансові умови: заставна, що допускається, умови продажу та банківський кредит.

Така форма низхідної декомпозиції може бути легко використана для завдань широкого класу. До того ж нескладна модифікація з включенням петель зворотного зв'язку охопить ще ширший клас завдань.

Закон ієрархічної безперервності вимагає, щоб елементи нижнього рівня ієрархії були порівнянними попарно відносно елементів наступного рівня і т. д. аж до вершини ієрархії.

Наприклад, треба отримати відповіді, що мають сенс, на запитання такого типу: «Наскільки будинок А кращий за будинок Б або В за критерієм околиці?» або «Наскільки стосовно основної мети розміри будинку важливіші за розташування до автобусних маршрутів?» тощо. Коли є сумніви щодо того, які рівні ввести в ієрархію, закон ієрархічної безперервності забезпечує зв'язок. Метою побудов є отримання пріоритетів елементів на останньому рівні, які найкращим чином відображають відносний вплив на вершину ієрархії.

У розглянутій задачі критерій, що стосується площі двору, включений у загальний опис проблеми, хоча тільки один із членів сім'ї вважав його істотним. Учасники процесу пізніше зможуть висловити свої переваги щодо критеріїв та альтернатив. Тому аргументи, які вони наводять для обґрунтування своїх вподобань, можуть «потонути або спливати». Інакше кажучи, не потрібно відчувати обмеженості під час початкового

ієрархічного опису завдання. Проте вирішальною є згода учасників процесу планування щодо вищого рівня ієрархії – мети, або вершини проблеми, оскільки це зумовить характер їхніх подальших суджень.

Таблиця 3 – Купівля будинку: матриця попарних порівнянь для рівня 2

Загальне задоволення будинком	Розміри будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиці	Коли побудований будинок	Подвір'я	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
Розміри будинку	1	5	3	7	6	6	1/3	1/4
Зручність автобусних маршрутів	1/5	1	1/3	5	3	3	1/5	1/7
Околиці	1/3	3	1	6	3	4	6	1/5
Коли побудований будинок	1/7	1/5	1/6	1	1/3	1/4	1/7	1/8
Подвір'я	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6
Сучасне обладнання	1/6	1/3	1/4	4	2	1	1/5	1/6
Загальний стан	3	5	1/6	7	5	5	1	1/2
Фінансові умови	4	7	5	8	6	6	2	1

Таблиця 4 – Купівля будинку: матриці попарних порівнянь для рівня 3

Розміри будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
1	2	3	4	5	6	7	8
А	1	6	8	А	1	7	1/5
Б	1/6	1	4	Б	1/7	1	1/8
В	1/8	1/4	1	В	5	8	1
Околиці	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	8	6	А	1	1	1
Б	1/8	1	1/4	Б	1	1	1
В	1/6	4	1	В	1	1	1

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	5	4	А	1	8	6
Б	1/5	1	1/3	Б	1/8	1	1/5
В	1/4	3	1	В	1/6	5	1
Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	2	1/2	1/2	А	1	1/7	1/5
Б	2	1	1	Б	7	1	3
В	2	1	1	В	5	1/3	1

Таблиця 5 – Купівля будинку: матриця попарних порівнянь для рівня 2, рішення та узгодженість

Загальне задоволення будинком	Розміри будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиці	Коли побудований будинок	Подвір'я	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови	Вектор пріоритетів
Розміри будинку	1	5	3	7	6	6	1/3	1/4	0,173
Зручність автобусних маршрутів	1/5	1	1/3	5	3	3	1/5	1/7	0,054
Околиці	1/3	3	1	6	3	4	6	1/5	0,188
Коли побудований будинок	1/7	1/5	1/6	1	1/3	1/4	1/7	1/8	0,018
Двір	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6	0,031
Сучасне обладнання	1/6	1/3	1/4	4	2	1	1/5	1/6	0,036
Загальний стан	3	5	1/6	7	5	5	1	1/2	0,167
Фінансові умови	4	7	5	8	6	6	2	1	

$$\lambda_{max} = 9,669,$$

$$IU = 0,238,$$

$$BU = 0,169.$$

Таблиця 6 – Купівля будинку: матриці попарних порівнянь для рівня 3, рішення та узгодженість

Розміри будинку	А	Б	В	Вектор пріоритетів	Двір	А	Б	В	Вектор пріоритетів
А	1	6	8	0,754	А	1	5	4	0,674
Б	1/6	1	4	0,181	Б	1/5	1	1/3	0,101
В	1/8	1/4	1	0,065 $\lambda_{max} = 3,136$ $IY = 0,068$ $BY = 0,117$	В	1/4	3	1	0,226 $\lambda_{max} = 3,086$ $IY = 0,043$ $BY = 0,074$
Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В	Вектор пріоритетів	Сучасне обладнання	А	Б	В	Вектор пріоритетів
А	1	7	1/5	0,233	А	1	8	6	0,747
Б	1/7	1	1/8	0,005	Б	1/8	1	1/5	0,060
В	5	8	1	0,713 $\lambda_{max} = 3,247$ $IY = 0,124$ $BY = 0,213$	В	1/6	5	1	0,193 $\lambda_{max} = 3,197$ $IY = 0,099$ $BY = 0,170$
Околиці	А	Б	В	Вектор пріоритетів	Загальний стан	А	Б	В	Вектор пріоритетів
А	1	8	6	0,745	А	1	1/2	1/2	0,200
Б	1/8	1	1/4	0,065	Б	2	1	1	0,400
В	1/6	4	1	0,181 $\lambda_{max} = 3,13$ $IY = 0,068$ $BY = 0,117$	В	2	1	1	0,400 $\lambda_{max} = 3,000$ $IY = 0,000$ $BY = 0,000$
Коли побудований будинок	А	Б	В	Вектор пріоритетів	Фінансові умови	А	Б	В	Вектор пріоритетів
А	1	1	1	0,333	А	1	1/7	1/5	0,072
Б	1	1	1	0,333	Б	7	1	3	0,650
В	1	1	1	0,333 $\lambda_{max} = 3,000$ $IY = 0,000$ $BY = 0,000$	В	5	1/3	1	0,278 $\lambda_{max} = 3,065$ $IY = 0,032$ $BY = 0,056$

Таблиця 7 – Узагальнені пріоритети

	1 (0,173)	2 (0,054)	3 (0,188)	4 (0,018)	5 (0,031)	6 (0,036)	7 (0,167)	8 (0,333)	Узагальнені або глобальні пріоритети
А	0,754	0,233	0,745	0,333	0,674	0,747	0,200	0,072	0,396
Б	0,181	0,055	0,065	0,333	0,101	0,060	0,400	0,650	0,341
В	0,065	0,713	0,181	0,333	0,226	0,193	0,400	0,278	0,263

$$(0,754 \times 0,173) + (0,233 \times 0,054) + \dots + (0,072 \times 0,333) = 0,396.$$

Будинок А, який був найменш бажаний з точки зору фінансових умов (критерій з найвищим пріоритетом), всупереч очікуванням.

3 ЗАВДАННЯ

Вихідні дані обираються із таблиці 8 або за порядковим номером у групі, або за завданням викладача. За бажанням можна замінити завдання, погодивши його із викладачем.

Таблиця 8 – Вихідні дані

№ студента в журналі	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основне завдання	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Критерії вибору	1, 2, 3, 5, 8			1, 5, 6, 8, 9			2, 5, 8, 9, 10		
№ студента в журналі	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Основне завдання	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Критерії вибору	3, 4, 7, 9, 10			1, 3, 6, 8, 10			2, 5, 6, 9, 11		

Критерії вибору:

- 1 Діагональ екрана.
- 2 Роздільна здатність екрана.
- 3 Частота оновлення екрана (максимальна).
- 4 Додаткові інтерфейси.
- 5 Вартість.
- 6 Енергоспоживання (максимальне).
- 7 Кути огляду.
- 8 Додаткові функції.
- 9 Відеовходи.
- 10 Додаткова оснащеність.
- 11 Особливості конструкції.

Основне завдання:

- 1 Вибір монітора для автоматизованого робочого місця чергового по станції мікропроцесорної системи електричної централізації, станція дільнична, поздовжнього типу.
- 2 Вибір монітора для автоматизованого робочого місця електромеханіка мікропроцесорної системи електричної централізації, станція дільнична, поздовжнього типу.
- 3 Вибір монітора для студента університету залізничного транспорту, який навчається на спеціальності 174 АКІТР.

Варіанти рішення:

- 1 HP X32 (2V7V4AA)
- 2 Dell Alienware AW2721D (210-AXNU)
- 3 Samsung Odyssey G3 (F24G33T)

Для рішення основного завдання необхідно:

- 1) створити декомпозицію та подання завдання в ієрархічній формі;
- 2) на основі власного досвіду, досвіду одногрупників або інших осіб виконати попарне порівняння рівня 2 (критеріїв для рішення основного завдання). Для зручності можна скористатися заготівкою (таблиця 9);

Таблиця 9 – Заготівка таблиці: матриця попарних порівнянь для рівня 2

	1				
		1			
			1		
				1	
					1

- 3) на основі загальнодоступної інформації у мережі інтернет виконайте попарне порівняння рівня 3. Нагадую, що при виконанні даного пункту основне завдання при виставленні оцінок не потрібно. Для зручності можна скористатися заготівкою (таблиця 10);

Таблиця 10 – Заготівка таблиці: матриця попарних порівнянь для рівня 3

	А	Б	В		А	Б	В
А	1			А	1		
Б		1		Б		1	
В			1	В			1
	А	Б	В		А	Б	В
А	1			А	1		
Б		1		Б		1	
В			1	В			1
	А	Б	В				
А	1						
Б		1					
В			1				

4) виконайте розрахунок векторів пріоритетів попарних порівнянь для рівня 2. Для зручності можна скористатися заготовкою (таблиця 11);

Таблиця 11 – Заготівка таблиці: матриця попарних порівнянь для рівня 2, рішення та узгодженість

						Вектор пріоритетів
	1					
		1				
			1			
				1		
					1	

$\lambda_{max} =$

IУ = - індекс узгодження

ВУ = - відношення узгодженості

5) звести результати до таблиці 12 та розрахуйте узагальнені (глобальні) пріоритети. Зробіть висновок за результатами розрахунків.

Таблиця 12 – Узагальнені пріоритети

	1	2	3	4	5	Узагальнені або глобальні пріоритети
А						
Б						
В						

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1 Які переваги у запропонованого методу?
- 2 Яка кількість критеріїв та варіантів рішення є прийнятною для запропонованого метода?
3. Що означає індекс узгодженості?
- 4 Що означає відношення узгодженості?
- 5 Що зміниться у розрахунках (таблицях) при зміні основного завдання?
- 6 Що зміниться у розрахунках (таблицях) при зміні критеріїв?
- 7 Які недоліки запропонованого методу?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення /за заг. ред. Л. М. Козара. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 58 с.

2 Положення про організацію освітнього процесу в Українському державному університеті залізничного транспорту. Харків: УкрДУЗТ, 2019. 77 с.

3 Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Москва: Радио и связь, 1989. 316 с.

4 Метод аналізу ієрархій / Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Метод_аналізу_ієрархій.

5 Li et. al. (2019) Ranking of Risks for Existing and New Building Works [Архівовано 5 травня 2020 у Wayback Machine.]. International Sustainability 10: 2863.

6 Saaty, Thomas L.; Peniwati, Kirti (2008). Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences. Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications/ January 2018. DOI:10.1007/978-3-319-68369-0_8In book: Practical Decision Making using Super Decisions v3, pp.81-89.

7 Saracoglu, B.O. (2013). Selecting industrial investment locations in master plans of countries. European Journal of Industrial Engineering. 7 (4): 416–441.

8 Saaty, Thomas L. (June 2008). Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors – The Analytic Hierarchy/Network Process. Review of the Royal Academy of Exact, Physical and Natural Sciences, Series A: Mathematics (RACSAM). 102 (2): 251–318 .

9 Bhushan, Navneet; Kanwal Rai (January 2004). *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*. London: Springer-Verlag. ISBN 978-1-85233-756-8.

10 Forman, Ernest H.; Saul I. Gass (July 2001). The analytical hierarchy process—an exposition. *Operations Research*. 49 (4): 469–487.

11 de Steiguer, J.E.; Jennifer Duberstein; Vicente Lopes (October 2003). *The Analytic Hierarchy Process as a Means for Integrated Watershed Management*. Y Renard, Kenneth G. (ред.). *First Interagency Conference on Research on the Watersheds*. Benson, Arizona: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. c. 736–740.

12 G. Locatelli, M. Mancini - A framework for the selection of the right nuclear power plant. 2012. *International Journal of Production Research*. Vol. 50, No. 17, 1 September 2012, pp. 4753–4766.

13 Berrittella, M.; A. Certa; M. Enea; P. Zito (January 2007). "An Analytic Hierarchy Process for the Evaluation of Transport Policies to Reduce Climate Change Impacts" (PDF). *Fondazione Eni Enrico Mattei (Milano)*. Archived from the original (PDF) on 2016-03-04. Retrieved 2011-02-16. URL: <https://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2007/NDL2007-012.pdf>

14 Test Run: The Analytic Hierarchy Process”, *MSDN Magazine*, June 2005 (Vol. 20, No. 6), pp. 139-144. Available online at. URL: <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/cc163785.aspx>.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних робіт, виконання контрольної та розрахунково-
графічної роботи, дипломного проєктування з дисципліни
«ІНТЕГРОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ»

Відповідальний за випуск Щєбликіна О. В.

Підписано до друку 10.04.2024 р.

Умовн. друк. арк. 1,5. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.
