

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

Механіко-технологічний факультет



**Кафедра фізико-хімічної механіки
та технології будівельних матеріалів і виробів**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт по дисципліні

«ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ»

для студентів напрямку

6.060101 «Будівництво»

Основи системного аналізу [Текст]: метод. вказівки до практичних робіт студентів напрямку 6.060101 «Будівництво» / Уклад.: Сопов В.П. – Харків: ХНУБА, 2014.– 48 с.

Укладач: Сопов Віктор Петрович, д-р техн. наук, проф.

Рецензент: Стоянов Фелікс Анатолійович, д-р техн. наук, проф.

ЗМІСТ

Вступ.....	2
Практична робота №1 Дерево цілей і систем в будівництві	2
Практична робота №2 Метод експертних оцінок	17
Практична робота №3 Використання ігрових методів при прийнятті рішень в умовах ризику	28
Практична робота №4 Імітаційне моделювання при аналізу виробничої ситуації та прийнятті рішень	38
Практична робота №5 «Мозговий штурм» з використанням інтелект-карт.....	44
Список рекомендованої літератури.....	48

ВСТУП

В реальних умовах ринку, ризику і конкуренції, економічної самостійності найважливішим стає, поряд з технологією, вміння фахівця управляти виробництвом або, як ми говоримо, великими технічними системами, що складаються з багатьох елементів або підсистем. Навіть на рівні цеху або ділянки будівельного підприємства це об'єкти певних впливів (обладнання, агрегати, вузли та ін.), персонал, засоби обслуговування, необхідні сировинні матеріали, взаємовідносини та зв'язки з іншими підрозділами і керівництвом та ін. Ясно, що система може функціонувати ефективно, якщо, по-перше, ефективні її елементи, і, по-друге, вони взаємодіють, управляються за певними, відомими і зрозумілими правилами, тобто їх робота планується, регулюється і оцінюється.

В цих умовах істотно підвищується роль і значення правильно обраних і своєчасно прийнятих фахівцями управлінських рішень та їх відповідальності за наслідки цих рішень в умовах ризику.

Дисципліна базується на знаннях студентів, отриманих при вивченні наступних дисциплін: математика, інформатика, ведення технічної документації, метрологія та стандартизація, основи екології.

В методичних вказівках представлені п'ять практичних робіт, присвячених складному процесу прийняття управлінських рішень в різних виробничих ситуаціях, у тому числі в умовах ризику і невизначеності.

Практична робота №1

ДЕРЕВО ЦІЛЕЙ І СИСТЕМ В БУДІВНИЦТВІ

Мета роботи

Основною метою даної практичної роботи є:

- 1) вивчення методів побудови та аналізу дерева цілей;
- 2) ознайомлення з верхніми рівнями дерева цілей технології будівельних матеріалів;
- 3) вивчення методів побудови та аналізу дерева систем;
- 4) освоєння методики складання функціонально-системної матриці.

Загальні положення

Дерево цілей

Одним з необхідних умов постановки задачі управління є наявність чітко поставленої мети управління. При формулюванні мети конкретної системи виникає кілька досить складних задач:

- Як від загальних або узагальнених цілей вищестоящої системи перейти до конкретних (кількісно описаних) цілей підсистеми?
- Як зіставити кілька іноді суперечливих цілей?
- Як цілі урівняти з ресурсами і як ресурси розподілити між цілями?
- Як цілі підсистем змусити працювати на цілі системи?

Для вирішення цих задач і застосовується дерево цілей - упорядкована ієрархія цілей, що відображає їх супідрядність і внутрішні взаємозв'язки.

При побудові дерева цілей відбувається декомпозиція - розкладання мети по рівням, тобто їх спрощення, конкретизація і уточнення адресності. Зазвичай дерево цілей має одну вершину, звану коренем (1, Рис. 1.1), який характеризує генеральну мету системи Ψ^0 , що розташовується на вищому рівні. Далі мета вищого рівня розкладається на цілі першого рівня $\Psi^1_{01}, \Psi^1_{02} \dots \Psi^1_{0N}$, які, в свою чергу, - на цілі другого рівня і так далі. Декомпозиція триває до так званих елементарних цілей, які подальшому розкладанню не підлягають. Наприклад, для персоналу цеху - це цілі, яких повинен домагатися конкретний виконавець.

У дереві цілей ставлення мети нижчого рівня до мети вищого називається супідрядність. Одна з форм підпорядкування - це визначення конкретного внеску (вагомості) цілей нижчого рівня в ціль вищого рівня. Цілі ж одного рівня доповнюють один одного.

Цілі вищого рівня з'єднані з цілями наступного (більш низького) рівня лініями, званими дугами (3, Рис. 1.1). Дуги характеризують відношення між цілями різного рівня. Як правило, це відношення типу $\Psi^i > \Psi^{i+1}$, яке означає, що мета і-го рівня домінує над метою наступного рангу $i + 1$, включаючи її в себе. Одним з видів відносин може бути значимість (вклад) підцілі нижнього рівня у досягнення цілі вищого рівня.

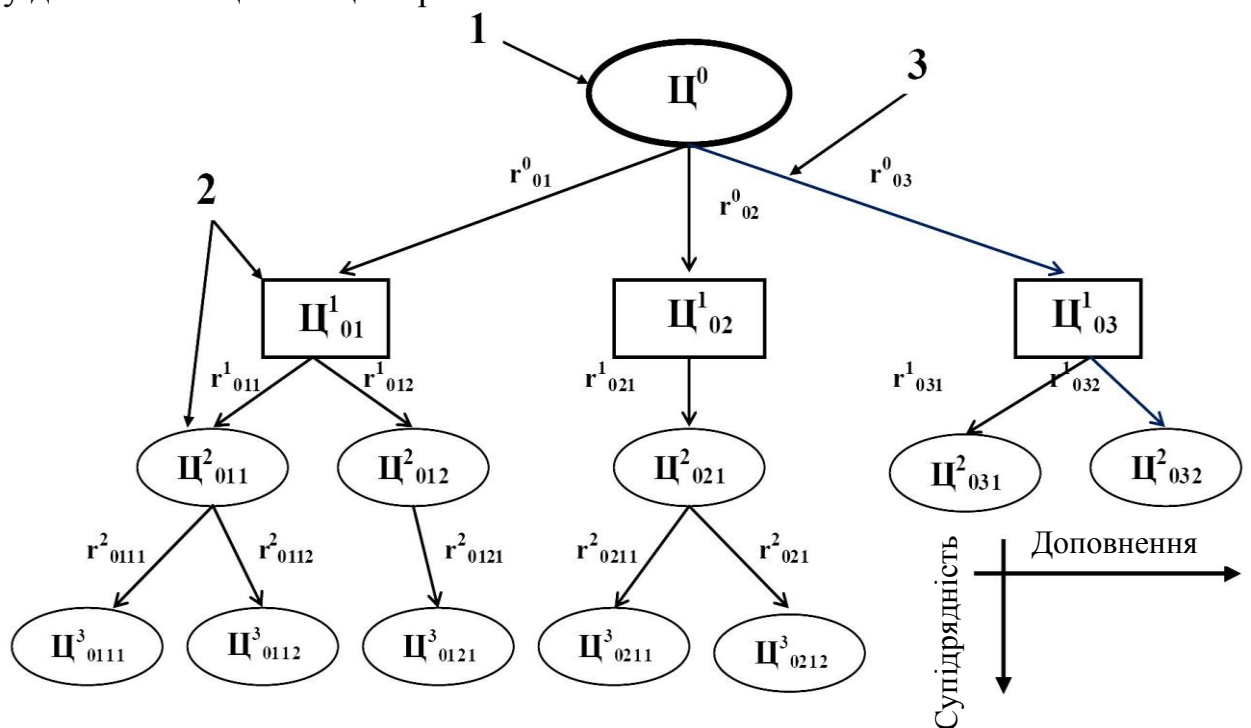


Рис. 1.1. Схема дерева цілей: 1 – коріння дерева цілей (генеральна мета системи); 2 – вершини дерева цілей; 3 – дуги дерева цілей

Дуги позначаються r_{km}^i , де i – ранг цілі з якої виходить дуга; k - номер вершини з якої виходить дуга; m - номер нижчестоящої вершини в яку входить дуга.

Якщо, наприклад, генеральна мета Π^0 складається із трьох підцілей першого рівня, то через дуги цей зв'язок можна записати таким чином:

$$\Pi^0 = r_{01}^0 \Pi_{01}^1 r_{02}^0 \Pi_{02}^1 r_{03}^0 \Pi_{03}^1$$

Відповідні позначення мають і вершини (цілі). Цифрове позначення цілі дозволяє однозначно визначити її місце і рівень в дереві цілей, а також її зв'язок і супідрядність з вищестоящими цілями. Наприклад, позначення мети Π_{01125}^4 показує наступне:

- це ціль четвертого рівня;
- ціль вищого рівня має позначення Π_{0112}^3 ;
- ця ціль є п'ятою підціллю цілі Π_{0112}^3 ;
- набір номерів цілі 01125 показує ланцюжок зв'язку та взаємовідносин від даної мети до генеральної.

$$\Pi_{01125}^4 \xrightarrow{r_{01125}^3} \Pi_{0112}^3 \xrightarrow{r_{0112}^2} \Pi_{011}^2 \xrightarrow{r_{011}^1} \Pi_{01}^1 \xrightarrow{r_{01}^0} \Pi^0$$

Це дозволяє визначити роль і внесок цілей нижнього рівня в цілі вищого і, далі в генеральну мету Π^0 , а також удосконалювати систему стимулювання підрозділів і персоналу.

При формуванні структури підприємства такі цикли дозволяють чітко визначити:

- Підпорядкованість окремих підрозділів;
- Їх обов'язки по відношенню до вищих і права по відношенню до нижчестоящих;
- Простежувати траєкторію і час проходження інформації;
- Виявити слабкі і тупикові ланки;
- Визначати ефективність підрозділу і виконавця.

Дерево систем

Після того, як встановлені конкретні цілі системи, необхідно визначити найбільш ефективні способи досягнення цих цілей.

Важливою умовою управління є обов'язковість аналізу та порівняння декількох шляхів досягнення поставлених цілей:

- При виборі альтернатив розглядаються кілька варіантів і ймовірність найкращих, але неочевидних знижується;
- З'являється змагальність варіантів;
- При захисті своїх варіантів в ході дискусій їх автори виявляють сильні і слабкі сторони і можуть покращувати свої пропозиції;

- Керівник, приймаючи остаточне рішення, може взяти кращі блоки з різних альтернатив.

Для виявлення всіх можливих способів досягнення цілі визначається ряд альтернатив, які знаходяться в певних ієрархічних зв'язках і по різному можуть впливати на досягнення цілей системи. Таким чином, способи досягнення поставлених цілей вимагають такої ж систематизації, як і самі цілі і підцілі. Для цього будується дерево систем.

Якщо дерево цілей визначає що необхідно зробити, яких показників ефективності досягти, то дерево систем - за допомогою яких заходів цього можна добитися. Тому в дереві цілей вершини - це генеральна і часткові цілі або функції, а в дереві систем в вершинах вказуються об'єкти або системи, які реалізують ці функції. Іноді їх називають факторами, а задача управління визначається наступним чином - вибрати з дерева систем ряд факторів (підсистем) впливаючи на які можна найбільш ефективно домогтися досягнення цілей, що поставлені.

Дерево систем будується за тими ж законами, як і дерево цілей - визначається генеральна система C^0 , яка структурується на підсистеми першого ($C^{1_{01}}, C^{1_{02}} \dots C^{1_{0N}}$), другого і наступних рівнів. На рис. 1.2 приведені три верхніх рівні дерева систем технології будівельних виробів.

Вищий рівень дерева систем являє собою технологію в цілому, яка забезпечує необхідну якість та властивості будівельних виробів.



Рис. 1.2. Схема вищого, першого і другого ярусів дерева систем технології будівельних виробів

На рис. 1.2 позначено:

$C^{1_{01}}$ – аналіз потреби у даних виробих;

- C^1_{02} – система контролю якості;
- C^1_{03} – виробничо-технологічна база;
- C^1_{04} – персонал;
- C^1_{05} – система постачання;
- C^1_{06} – сировинні матеріали;
- C^2_{011} – маркетинговий аналіз ринку (попит, вміст, конкуренція);
- C^2_{012} – внутрішня потреба підприємства;
- C^2_{013} – оцінка можливостей виробництва (обсяг виробництва, ціни, пропозиції);
- C^2_{014} – диверсифікація та розширення сфер діяльності підприємства;
- C^2_{015} – корегування виробничої програми з урахуванням внутрішніх та зовнішніх потреб;
- C^2_{021} – застосування обґрунтованих норм і методів системи;
- C^2_{022} – забезпечення виконання вимог і нормативів системи;
- C^2_{023} – удосконалення технології, організації та управління технологічними процесами;
- C^2_{024} – забезпечення робочих місць і виконавців раціональної технологічної та іншої документацією;
- C^2_{025} – комп'ютеризація контролю за проведенням технологічних операцій;
- C^2_{031} – забезпеченість виробничо-технологічної базою;
- C^2_{032} – оптимізація потужності та структури бази;
- C^2_{033} – оптимізація роботи виробничого обладнання;
- C^2_{034} – вибір засобів механізації та автоматизації;
- C^2_{035} – спеціалізація підрозділів виробничо-технічної бази;
- C^2_{041} – забезпечення підприємств персоналом;
- C^2_{042} – підвищення кваліфікації персоналу;
- C^2_{043} – удосконалення систем стимулювання персоналу;
- C^2_{044} – забезпечення стабільності трудових колективів;
- C^2_{045} – розвиток колективних форм роботи персоналу;
- C^2_{051} – удосконалення структури системи забезпечення;
- C^2_{052} – застосування регіональних норм витрат палива, електроенергії та інших ресурсів;
- C^2_{053} – забезпечення оптимальних запасів сировинних матеріалів;
- C^2_{054} – удосконалення процесу поповнення запасів сировинних матеріалів;
- C^2_{055} – створення резерву виробничих площ, обладнання, персоналу
- C^2_{061} – вибір раціональних типів і засобів доставки сировини;
- C^2_{062} – вибір сировинних матеріалів;
- C^2_{063} – підвищення якості сировини;
- C^2_{064} – оновлення обладнання для переробки сировинних матеріалів;
- C^2_{065} – удосконалення процесу заказу та отримання нових видів сировини.

Схема взаємодії дерева цілей і дерева систем

При прийнятті рішень та їх порівнянні необхідно визначити, як конкретний захід дерева систем може вплинути на цільовий показник, тобто досягнення поставленої перед системою мети Ψ^0 . Для цього будується і аналізується схема взаємодії дерева систем і дерева цілей.

Методика побудови та аналізу схеми взаємодії дерева систем і дерева цілей наступна (методика розглянута на прикладі конкретного завдання):

1) Розмітка дерева цілей і дерева систем, яка включає:

- позначення і нумерацію всіх цілей, підцілей, систем і підсистем;
- розмітку дуг, що пов'язують цілі і системи, які позначаються $a_{\text{цц}}$ і визначають внесок підсистем №С в підціль з №Ц, наприклад, a_{11} (повно a_{0101}) = 0,6 (див. рис. 1.3) означає, що вклад підсистеми C^1_{01} в підціль Ψ^1_{01} становить 0,6 (або 60%) всіх підсистем (C^1_{01}, C^1_{02}), пов'язаних з даною підціллю.

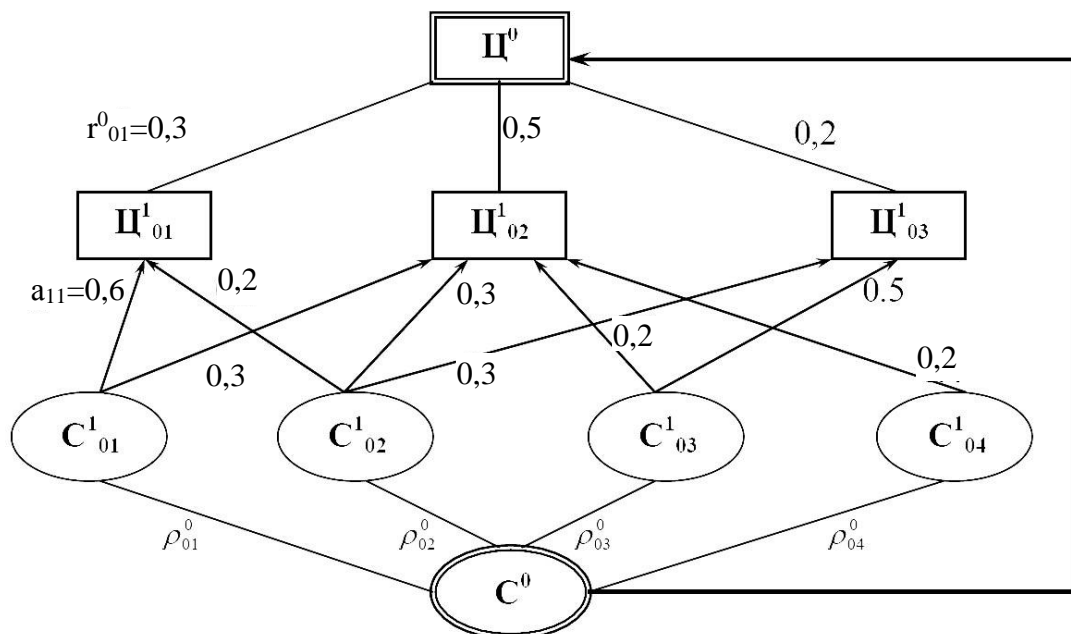


Рис. 1.3. Схема взаємодії дерева цілей і дерева систем: Ψ^0 - мета вищого рівня; Ψ^1_{01-03} - цілі першого рівня; C^0 - система вищого рівня; C^1_{01-04} - системи першого рівня; a - вклад підсистем ДС в реалізацію Ψ^0 (C^0); r - ваги підцілей 1-го рівня або їх вклад у досягнення цілей вищого рівня

Як вже зазначалося раніше, дуги виконують такі функції:

а) показують ієрархічні та структурні зв'язки всіх складових всередині ДЦ і ДС, наприклад, генеральна мета Ψ^0 визначається (тобто може бути «розкладена») на три підцілі Ψ^1_{01} ; Ψ^1_{02} ; Ψ^1_{03} .

Якщо Ψ^0 – підвищення ефективності технології, то у якості підцілей можуть бути:

Ψ^1_{01} – коефіцієнт технічної готовності (α_T);

Ψ^1_{02} – зниження витрат на технологію;

Ψ^1_{03} – зниження рівня дії технології на навколишнє середовище та персонал;

C^0 – інженерно-технічна служба;

C^1_{01} – виробничо-технічна база;

C^1_{02} – персонал;

C^1_{03} – обладнання;

C^1_{04} – нормативно-технічне забезпечення інженерно-технічної служби.

б) показують напрямок впливу конкретних підсистем (факторів) дерева систем на певні підцілі дерева цілей. Наприклад, підціль Ψ^1_{01} реалізується, тобто на неї впливають підсистеми C^1_{01} і C^1_{02} , а на підціль Ψ^1_{02} впливають усі чотири підсистеми.

в) показують ступінь впливу (вклад). При цьому якщо на дугах позначаються цифри, то дуги називаються розміченими.

Наприклад, вклад підцілі Ψ^1_{01} в генеральну мету Ψ^0 дорівнює:

$$r^0_{01} = 0,3 \text{ (30\%); для } \Psi^1_{02} \text{ } r^0_{02} = 0,5 \text{ (50\%); для } \Psi^1_{03} \text{ } r^0_{03} = 0,2 \text{ (20\%).}$$

Для генеральної мети маємо: $\Psi^0 = 0,3\Psi^1_{01} + 0,5\Psi^1_{02} + 0,2\Psi^1_{03}$.

Сумарний вклад всіх підцілей дорівнює:

$$r^0_{01} + r^0_{02} + r^0_{03} = 1,0 \text{ (100\%).}$$

Ступінь впливу або вклад можна оцінити або визначити експертизою, за допомогою математичних моделей цільової функції і т.д.

2) Результати розмітки переносяться у функціонально-системну матрицю. Рядки цієї матриці показують вклад кожної підсистеми в пов'язану з нею підціль.

Наприклад, вклад підсистеми C^1_{02} складає:

в підціль Ψ^1_{01} : $a_{21} = 0,2$

в підціль Ψ^1_{02} : $a_{22} = 0,3$

в підціль Ψ^1_{03} : $a_{23} = 0,3$

Причому сума цих вкладів може не дорівнювати одиниці.

Стовпці показують внесок усіх підсистем в конкретну підціль.

Так, вклади в підціль Ψ^1_{01} дають наступні підсистеми:

C^1_{01} : $a_{11} = 0,6$

C^1_{02} : $a_{21} = 0,2$

C^1_{03} : $a_{31} = 0,2$

Всього 1,0

Останній рядок матриці містить «ваги» підцілей при формуванні генеральної мети Ψ^0 , а саме:

$$r^0_{01} = 0,3; \quad r^0_{02} = 0,5; \quad r^0_{03} = 0,2.$$

3) Для кожної підсистеми визначається її структурний внесок у досягнення генеральної мети системи, тобто Ψ^0 .

Для цього використовують дані функціонально-системної матриці, а в більш складних структурах дерева цілей і дерева систем складають ланцюжки впливу. При цьому структурний внесок підсистеми у досягнення генеральної мети Ψ^0 визначається перемноженням її внеску до досягнення підцілі на вагу цієї підцілі в генеральній цілі Ψ^0 .

Таблиця 1.1 - Функціонально-системна матриця

Підсистема	Вклад підсистем			
C^1_0	Ψ^0_{01}	Ψ^0_{02}	Ψ^0_{03}	Ψ^0
C^1_{01}	0,6	0,3	0,2	–
C^1_{02}	0,2	0,3	0,3	–
C^1_{03}	0,2	0,2	0,5	–
C^1_{04}	–	0,2	–	–
Всього	1	1	1	–
Вага підцілей	0,3	0,5	0,2	1,0

Ланцюжки впливу C^1_{01} і C^1_{02} на генеральну мету наведені на рис. 1.4.

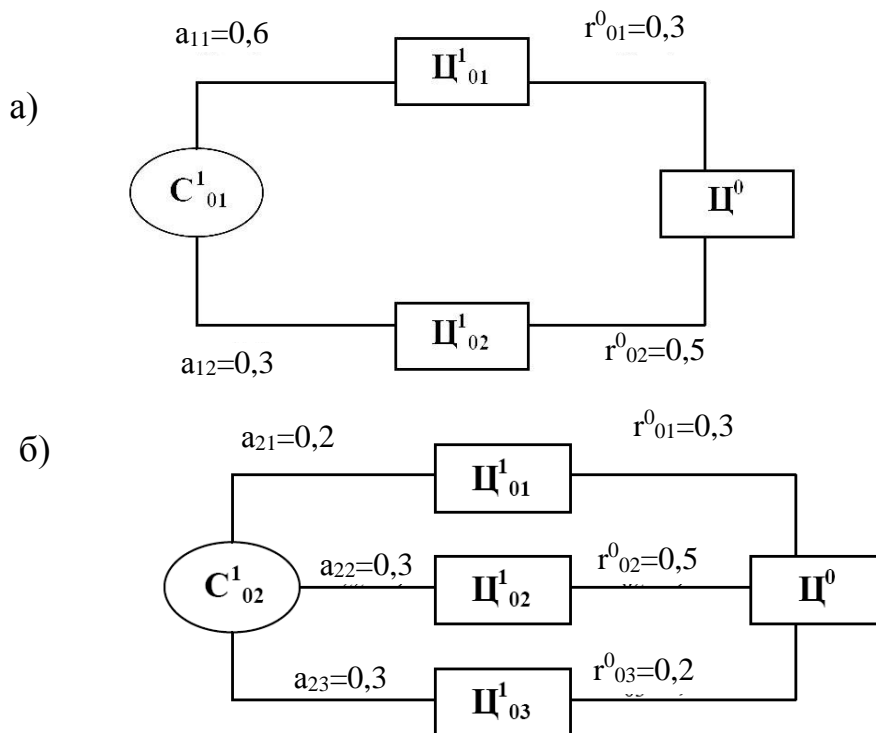


Рис. 1.4. Ланцюжки впливу C^1_{01} і C^1_{02} на генеральну мету: а) – ланцюжок впливу підсистеми C^1_{01} на Ψ^0 ; б) – ланцюжок впливу C^1_{02} на Ψ^0

З ланцюжка впливу (рис. 1.4, таблиці 1.1-1.2) видно, що система C^1_{01} діє з вагою $a_{11} = 0,6$ на підціль Ψ^1_{01} ; вага самої підцілі Ψ^1_{01} в генеральній цілі Ψ^0 дорівнює $r^0_{01} = 0,3$. Таким чином, структурний внесок підсистеми C^1_{01} через підціль Ψ^1_{01} в Ψ^0 становить:

$$Q(C_{01}^1 / C_{01}^1) = a_{11} \cdot r_{01}^0 = 0,6 \cdot 0,3 = 0,18;$$

Но підсистема діє на генеральну мету C^0 також через підціль C_{02}^1 з вкладом $a_{12} = 0,3$:

$$Q(C_{01}^1 / C_{02}^1) = a_{12} \cdot r_{02}^0 = 0,3 \cdot 0,5 = 0,15.$$

4) Результати розрахунків для всіх підсистем і підцілей зводимо у таблицю вкладу підсистем.

5) Визначаємо загальний вклад кожної з підсистем в генеральну мету C^0 , підсумовуючи структурні вклади.

Для підсистеми C_{01}^1 загальний вклад в C^0 дорівнює:

$$Q(C_{01}^1 / C^0) = Q(C_{01}^1 / C_{01}^0) + Q(C_{01}^1 / C_{02}^0) + Q(C_{01}^1 / C_{03}^0) = 0,18 + 0,15 + 0,04 = 0,37$$

Результати вписуємо в останній стовпець таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Таблиця вкладу підсистем

Підсистема	Структурний вклад через підціль C_{iC}^1			Загальний вклад підсистеми C_C^1 у реалізацію цілі C^0
	C_{01}^1	C_{02}^1	C_{03}^1	
C_{01}^1	0,18	0,15	0,04	0,37
C_{02}^1	0,06	0,15	0,06	0,27
C_{03}^1	0,06	0,1	0,1	0,26
C_{04}^1	0	0,1	0	0,1
Вага підцілей в цілі C^0 , r_{iC}^0	0,3	0,5	0,2	1,0

б) Виробляємо перевірку отриманих результатів:

а) підсумовуємо дані останнього стовпця (табл. 1.2): сума вкладів всіх підсистем в C^0 повинна дорівнювати одиниці, тобто

$$\sum_{C=1}^C Q(C_C^1 / C^0) = 1,0$$

або у прикладі:

$$\sum_{C=1}^4 Q(C_C^1 / C^0) = 0,37 + 0,27 + 0,26 + 0,1 = 1,0$$

б) підсумовуємо дані стовпців по кожній цілі, отримуємо при правильних розрахунках всіх підцілей. Так, для першої підцілі вага дорівнює

$$r_{01}^1 = Q(C_{01}^1/C_{01}^1) + Q(C_{02}^1/C_{01}^1) + Q(C_{03}^1/C_{01}^1) = 0,18+0,06+0,06 = 0,3.$$

7) Підводимо підсумки проведеної оцінки:

а) найбільший вплив на генеральну мету \mathcal{C}^0 має перша підсистема C_{01}^1 , вага якої становить 0,37 (37%). Тому при обмежених загальних ресурсах найбільший результат по поліпшенню цільового нормативу \mathcal{C}^0 можна отримати, впливаючи на підсистему C_{01}^1 ;

б) якщо за умовами управління доцільно використовувати всі підцілі і при цьому отримати найбільший результат, то слід впливати через підсистему C_{02}^1 , яка є багатоканальною;

в) за впливом на генеральну мету \mathcal{C}^0 з першою підсистемою може конкурувати тільки комбінація із другої та третьої підсистем (сумарний вклад $0,27+0,26 = 0,53$);

г) підсистема C_{04}^1 є малоефективною, т.к. її внесок мінімальний і становить 0,1, і вона впливає на досягнення генеральної мети \mathcal{C}^0 тільки через одну підціль \mathcal{C}_{02}^1 , тобто є одноканальний.

Послідовність виконання практичної роботи

- 1) Вивчити методику побудови дерева цілей і дерева систем.
- 2) Вивчити дерево систем технології будівельних виробів.
- 3) Законспектувати загальні положення та методику побудови та аналізу схеми взаємодії дерева цілей і дерева систем.
- 4) Згідно свого варіанту вибрати дві схеми взаємодії дерева цілей і дерева систем і заповнити для них функціонально-системні матриці див. табл. 1.3 для схеми 1 і табл. 1.4 для схеми 2.

Таблиця 1.3 – Функціонально-системна матриця для схеми 1

Підцілі Підсистеми	\mathcal{C}_{01}^1	\mathcal{C}_{02}^1	\mathcal{C}_{03}^1	\mathcal{C}_{04}^1	\mathcal{C}_{05}^1
C_{01}^1					
C_{02}^1					
C_{03}^1					
C_{04}^1					
C_{05}^1					

Таблиця 1.4 – Функціонально-системна матриця для схеми 2

Підсистеми \ Підцілі	Ψ^2_{011}	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$
C^1_{01}							
C^1_{02}							
C^1_{03}							
C^1_{04}							
C^1_{05}							

1) Для першої схеми розрахувати вклад підсистем у досягнення генеральної мети системи за допомогою функціонально-системної матриці.

2) Для другої схеми розрахувати вклад підсистем у досягнення генеральної мети системи за допомогою функціонально-системної матриці і ланцюжків впливу. Всі ланцюжки впливу привести в звітті.

3) Для обох схем заповнити таблиці вкладу підсистем в досягнення генеральної мети системи. Використовувати зразки таблиць, що наведені нижче.

Таблиця 1.5 - Вклад підсистем для схеми 1

Підсистема	Структурний вклад через підціль Ψ^1_{Ψ}					Загальний вклад підсистеми C^1_c у реалізацію цілі Ψ^0
	Ψ^1_{01}	$\Psi^1_{...}$	$\Psi^1_{...}$	$\Psi^1_{...}$	$\Psi^1_{...}$	
C^1_c						
C^1_{01}						
C^1_{02}						
C^1_{03}						
C^1_{04}						
C^1_{05}						
«Вага» підцілей в цілі Ψ^0, r^0_{Ψ}						

Таблиця 1.6 - Вклад підсистем для схеми 2

Підсистема	Структурний вклад через підціль Ψ^1_{Ψ}							Загальний вклад підсистеми C^1_c у реалізацію цілі Ψ^0
	Ψ^2_{011}	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$	$\Psi^2_{...}$	
C^1_c								
C^1_{01}								
C^1_{02}								
C^1_{03}								
C^1_{04}								
C^1_{05}								
«Вага» підцілей в цілі Ψ^0, r^0_{Ψ}								

- 1) Провести перевірку правильності розрахунків.
- 2) Проаналізувати отримані результати. Зробити висновки за результатами аналізу схем.
- 3) Оформити звіт.
- 4) Захистити звіт по контрольним питанням.

Зміст звіту

Звіт по практичній роботі повинен містити:

- Мету виконання практичної роботи;
- Загальні положення;
- Методика побудови та аналізу схеми взаємодії дерева цілей і дерева систем;
- Результати самостійного аналізу схеми №1 за своїм варіантом;
- Результати самостійного аналізу схеми №2 за своїм варіантом;
- Висновки.

Контрольні питання

1. Яке призначення дерева цілей, які управлінські завдання можна вирішувати, використовуючи цей прийом?
2. Яке призначення і значення дуг в дереві цілей, як їх можна використовувати для практичних задач управління?
3. У чому відмінність і спільне у дерева цілей і дерева систем?
4. Що дає альтернативний підхід при виборі рішень, як при його реалізації можна використовувати дерево цілей і дерево систем?
5. Використовуючи схему дерева систем технології будівельних виробів (рис. 1.2), визначте підсистеми наступного рівня для C^2_{021} (тобто C^3_{0211} , C^3_{0212} і т.д.).
6. Використовуючи схему дерева систем технології будівельних виробів (рис. 1.2), визначте підсистеми наступного рівня для C^2_{044} (тобто C^3_{0441} , C^3_{0442} і т.д.) і побудуйте ланцюжки впливу від C^3_{0441} до C^0 .
7. Яке призначення функціонально-системної матриці?

Завдання для самостійної роботи

Варіант №1

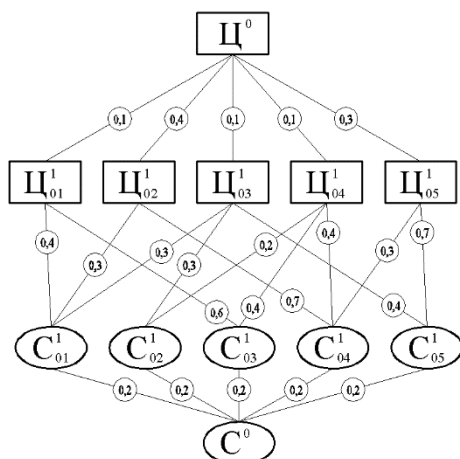


Схема №1

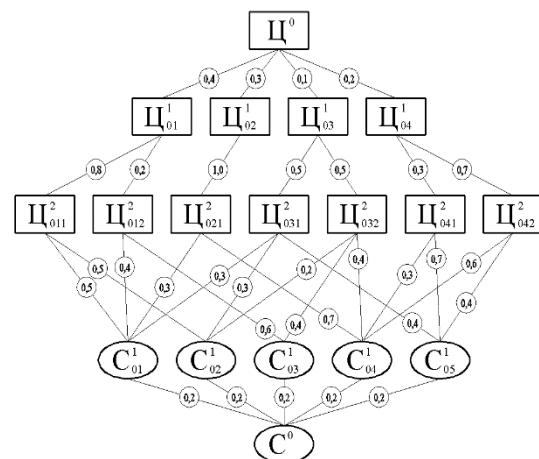


Схема №2

Вариант №2

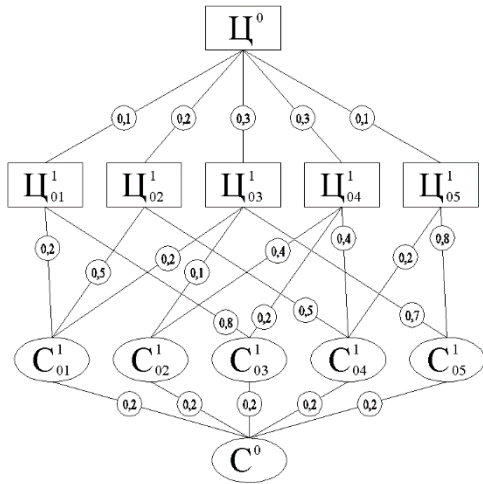


Схема №1

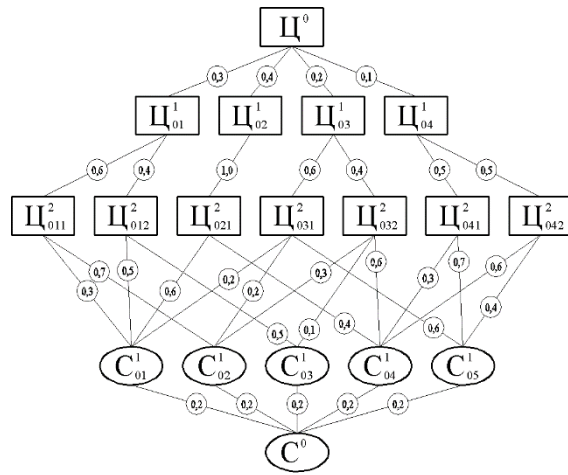


Схема №2

Вариант №3

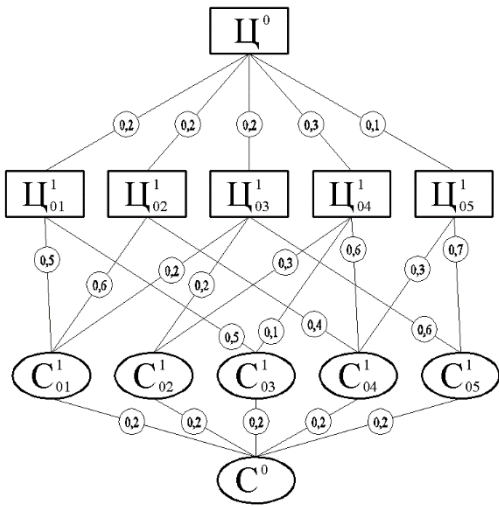


Схема №1

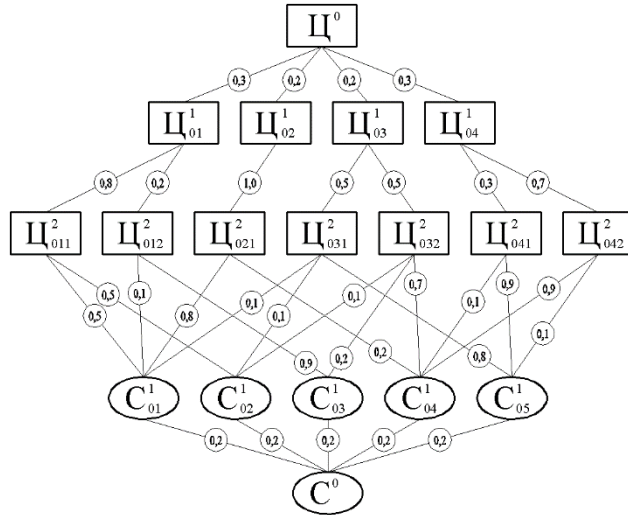


Схема №2

Вариант №4

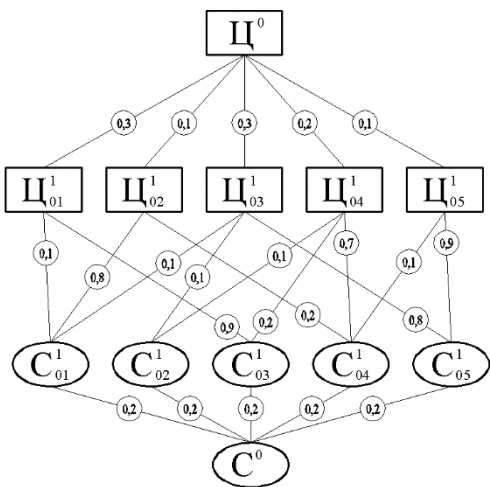


Схема №1

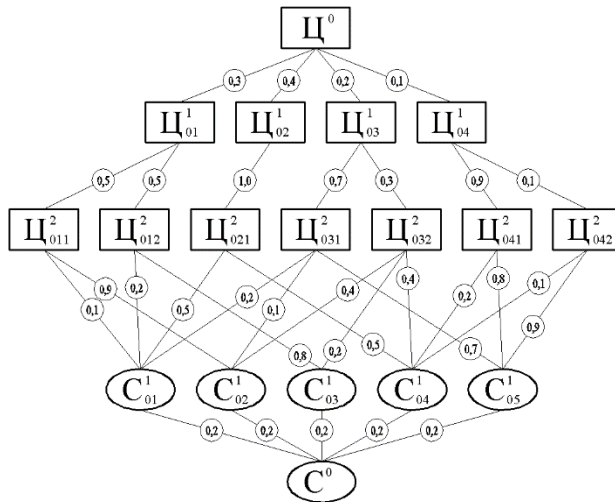


Схема №2

Вариант №5

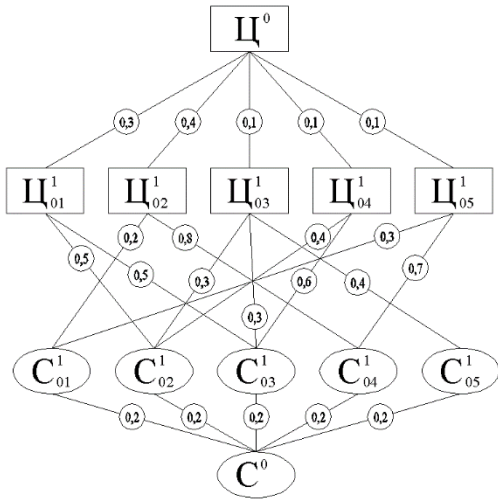


Схема №1

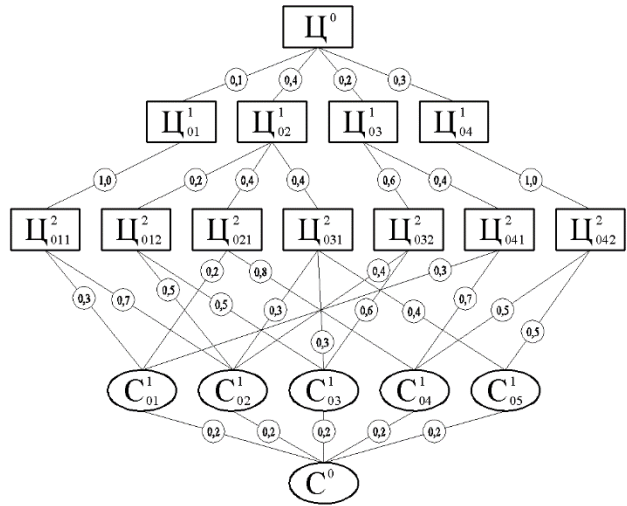


Схема №2

Вариант №6

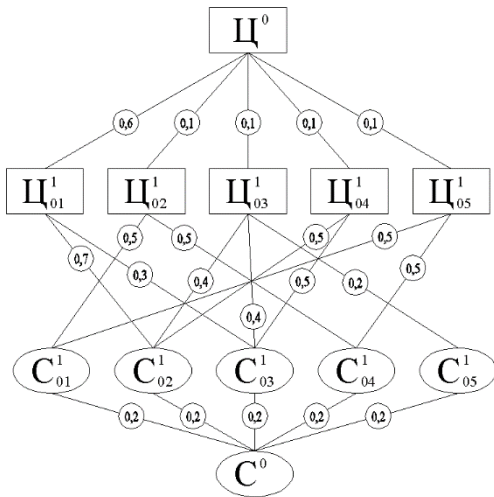


Схема №1

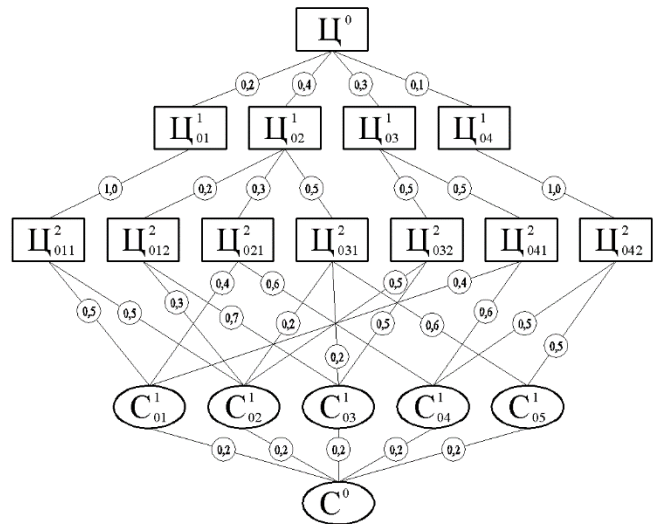


Схема №2

Вариант №7

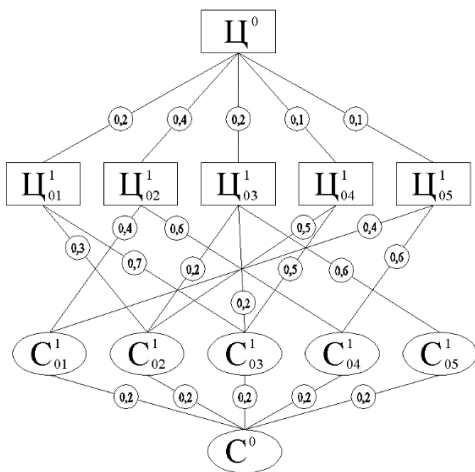


Схема №1

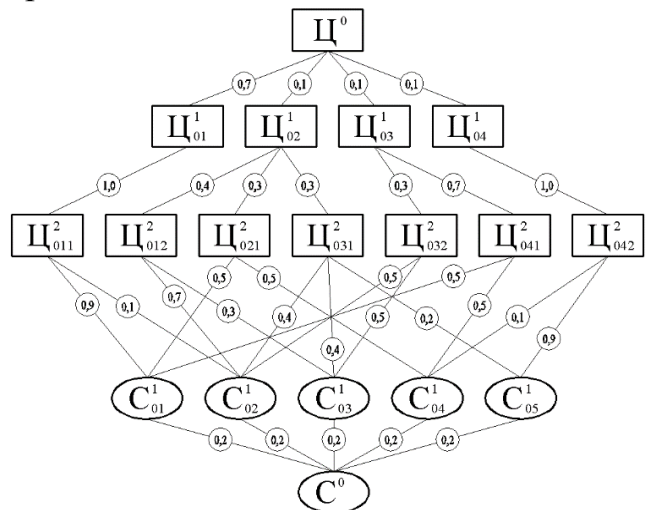


Схема №2

Вариант №8

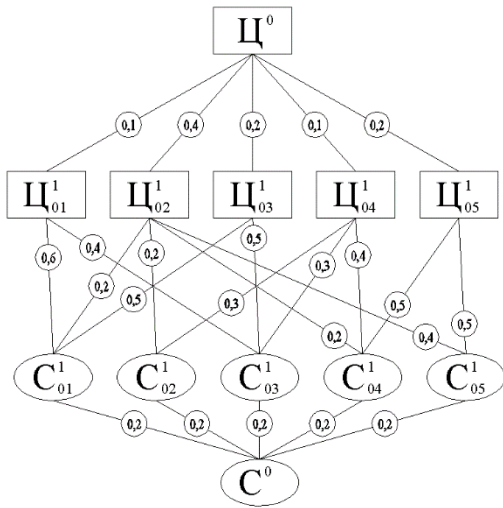


Схема №1

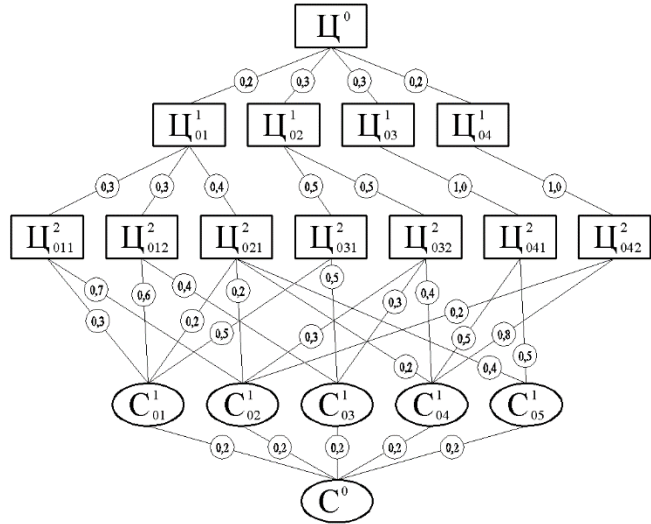


Схема №2

Вариант №9

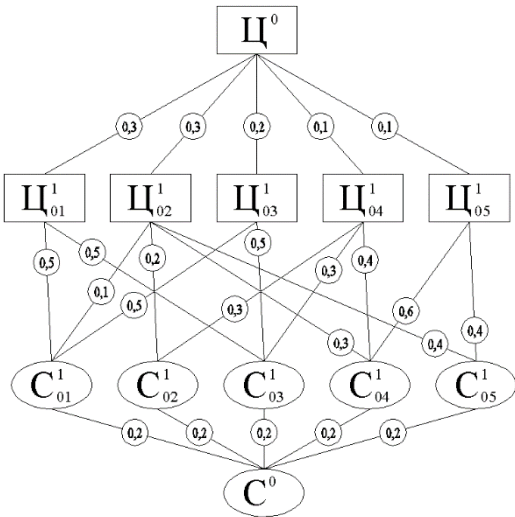


Схема №1

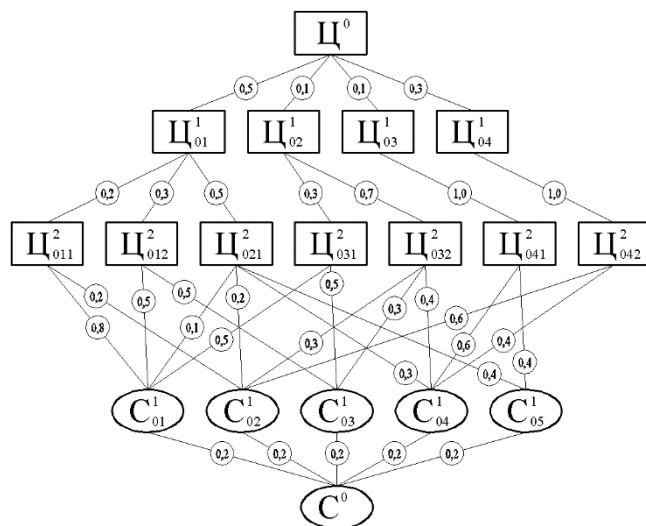


Схема №2

Вариант №10

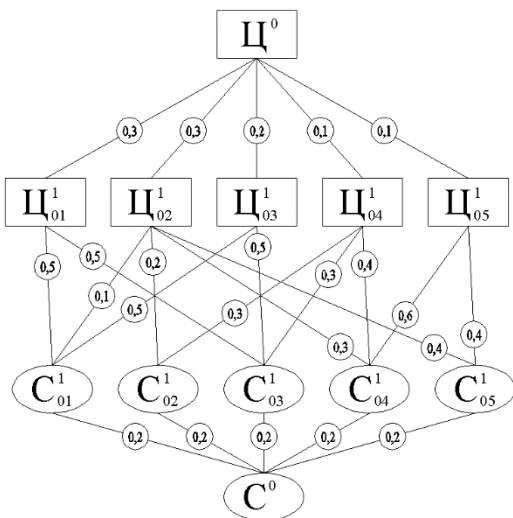


Схема №1

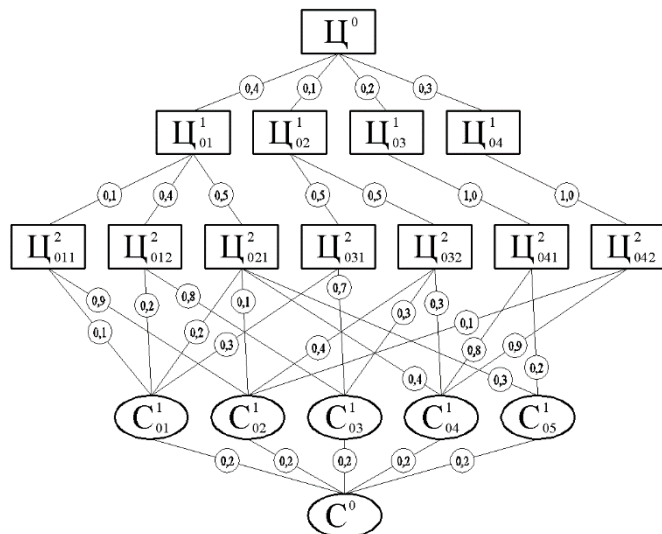


Схема №2

Практична робота №2

МЕТОД ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Мета роботи

Основною метою даної практичної роботи є:

- 1) поглиблення теоретичних знань;
- 2) освоєння методики проведення апріорного ранжирування.

Загальні положення

Суть методу експертних оцінок полягає в проведенні експертами інтуїтивно-логічного аналізу проблеми з кількісною оцінкою суджень і формальною обробкою результатів. Одержувана в результаті обробки узагальнена думка експертів приймається як вирішення проблеми. Комплексне використання інтуїції (неусвідомленого мислення), логічного мислення та кількісних оцінок з їх формальною обробкою дозволяє одержати ефективне рішення проблеми.

При виконанні своєї ролі в процесі управління експерти виробляють дві основні функції: формують об'єкти (альтернативні ситуації, цілі, рішення тощо) і виробляють вимір їх характеристик (ймовірності звершення подій, коефіцієнти значущості цілей, уподобання рішень тощо).

Формування об'єктів здійснюється експертами на основі логічного мислення та інтуїції. При цьому велику роль відіграють знання і досвід експерта.

Вимірювання характеристик об'єктів вимагає від експертів знання теорії вимірів.

Характерними особливостями методу експертних оцінок як наукового інструменту розв'язання складних неформалізованих проблем є, по-перше, науково обґрунтована організація проведення всіх етапів експертизи, яка забезпечує найбільшу ефективність роботи на кожному з етапів, і, по-друге, застосування кількісних методів як при організації експертизи, так і при оцінці суджень експертів і формальної груповий обробці результатів. Ці дві особливості відрізняють метод експертних оцінок від звичайної давно відомої експертизи, широко застосовуваної в різних сферах людської діяльності.

В даний час в нашій країні і за кордоном метод експертних оцінок широко застосовується для вирішення важливих проблем різного характеру. В різних галузях, об'єднаннях і на підприємствах діють постійні або тимчасові експертні комісії, формують рішення по різним складним неформалізуємым проблемам.

Всю безліч проблем, що погано формалізуються, умовно можна розділити на два класи. До першого класу відносяться проблеми, відносно яких є достатній інформаційний потенціал, який дозволяє успішно вирішувати ці проблеми. Основні труднощі у вирішенні проблем першого класу при експертній оцінці полягають в реалізації існуючого інформаційного потенціалу шляхом

підбору експертів, побудови раціональних процедур опитування й застосування оптимальних методів обробки його результатів. При цьому методи опитування і обробки ґрунтуються на використанні принципу «хорошого» вимірника.

Даний принцип означає, що виконуються наступні гіпотези:

- 1) експерт є сховищем великого обсягу раціонально обробленої інформації, і тому він може розглядатися як якісне джерело інформації;
- 2) групова думка експертів близька до справжнього розв'язання проблеми.

Якщо ці гіпотези вірні, то для побудови процедур опитування та алгоритмів обробки можна використовувати результати теорії вимірювань та математичної статистики.

До другого класу відносяться проблеми, відносно яких інформаційний потенціал знань недостатній для впевненості в справедливості зазначених гіпотез. При вирішенні проблем цього класу експертів вже не можна розглядати як «хороших вимірників». Тому необхідно дуже обережно проводити обробку результатів експертизи. Застосування методів усереднення, справедливих для «хороших вимірників», в даному випадку може привести до великих помилок. Наприклад, думка одного експерта, яка сильно відрізняється від думок інших експертів, може виявитися правильною. У зв'язку з цим для проблем другого класу в основному повинна застосовуватися якісна обробка.

Область застосування методу експертних оцінок досить широка. Перерахуємо типові завдання, які вирішуються методом експертних оцінок:

- 1) складання переліку можливих подій у різних областях за певний проміжок часу;
- 2) визначення найбільш ймовірних інтервалів часу звершення сукупності подій;
- 3) визначення цілей і завдань управління з упорядкуванням їх за ступенем важливості;
- 4) визначення альтернативних (варіантів вирішення задачі з оцінкою їх переваги);
- 5) альтернативний розподіл ресурсів для вирішення завдань з оцінкою їх переваги;
- 6) альтернативні варіанти прийняття рішень в певній ситуації з оцінкою їх переваги.

Для вирішення перерахованих типових задач в даний час застосовуються різні різновиди методу експертних оцінок. До основних видів відносяться: анкетування і інтерв'ювання; мозковий штурм; дискусія; нарада; оперативна гра; сценарій.

Кожен з цих видів експертного оцінювання має свої переваги і недоліки, які визначають раціональну область їх застосування. У багатьох випадках найбільший ефект дає комплексне застосування декількох видів експертизи.

Анкетування і сценарій припускають індивідуальну роботу експерта.

Інтерв'ювання може здійснюватися як індивідуально, так і з групою експертів. Інші види експертизи припускають колективну участь експертів у роботі. Незалежно від індивідуального або групової участі експертів в роботі доцільно одержувати інформацію від безлічі експертів.

Це дозволяє отримати на основі обробки даних більш достовірні результати, а також нову інформацію про залежність явищ, подій, фактів, суджень експертів, що не у явному вигляді міститься у висловлюваннях експертів.

При використанні методу експертних оцінок виникають свої проблеми.

Основними з них є: підбір експертів, проведення опитування експертів, обробка результатів опитування, організація процедур експертизи.

Організація експертного оцінювання

Першим етапом організації робіт по застосуванню експертного оцінювання є підготовка та видання керуючого документу, в якому формулюються мета роботи та основні положення щодо її виконання. В цьому документі мають бути відображені наступні питання: постановка задачі - експерименту; мета експерименту; обґрунтування необхідності експерименту; терміни виконання робіт; задачі і склад групи управління; обов'язки і права групи; фінансове та матеріальне забезпечення робіт.

Для підготовки цього документа, а також для керівництва всією роботою призначається керівник експертизи. На нього покладається формування групи управління та відповідальність за організацію її роботи.

Після формування група управління здійснює роботу з підбору експертної групи приблизно в такій послідовності: з'ясування розв'язуваної проблеми; визначення кола областей діяльності, пов'язаних з проблемою; визначення часткового складу експертів по кожній області діяльності; визначення кількості експертів в групі; складання попереднього списку експертів з урахуванням їх місцезнаходження; аналіз якостей експертів і уточнення списку експертів в групі; отримання згоди експертів на участь у роботі; складання остаточного списку експертної групи.

Паралельно з процесом формування групи експертів група управління проводить розробку організації і методики проведення опитування експертів. При цьому вирішуються такі питання: місце і час проведення опитування; кількість і завдання турів опитування; форма проведення опитування; порядок фіксації і збору результатів опитування; склад необхідних документів.

Наступним етапом роботи групи управління визначення організації та методики обробки даних опитування. На даному етапі необхідно визначити завдання і терміни обробки, процедури і алгоритми обробки, сили і засоби для проведення обробки.

В процесі безпосереднього проведення опитування експертів і обробки його результатів група управління здійснює виконання комплексу робіт відповідно до розробленого плану, корегуючи його в міру необхідності за змістом, термінами і забезпеченню ресурсами.

Останнім етапом робіт для групи управління є оформлення результатів роботи. На цьому етапі проводиться аналіз результатів експертного оцінювання; складання звіту; обговорення і схвалення результатів; уявлення підсумків роботи на затвердження; ознайомлення з результатами експертизи організацій і осіб.

Підбір експертів

Для реалізації процедури експертного оцінювання необхідно сформувати групу експертів. Загальною вимогою при формуванні групи експертів є ефективне рішення проблеми експертизи. Ефективність вирішення проблеми визначається характеристиками достовірності експертизи і витрат на неї.

Достовірність експертного оцінювання може бути визначена тільки на основі практичного розв'язання проблеми і аналізу її результатів. Використання експертів якраз і зумовлено тим, що відсутні будь-які інші способи отримання інформації. Тому оцінка достовірності експертизи може здійснюватися, як правило, тільки за апостеріорними (післядосвідними) даними. Якщо експертиза проводиться систематично з приблизно одним і тим же складом експертів, то з'являється можливість накопичення статистичних даних по достовірності роботи групи експертів і отримання стійкої числової оцінки достовірності. Цю оцінку можна використовувати у якості апріорних даних про достовірність групи експертів для наступних експертиз.

Достовірність групового експертного оцінювання залежить від загального числа експертів в групі, часткового складу різних фахівців в групі, від характеристик експертів.

Визначення характеру залежності достовірності від перелічених чинників є ще однією проблемою процедури підбору експертів.

Складною проблемою процедури підбора є формування системи характеристик експерта, які істотно впливають на хід і результати експертизи.

Ці характеристики повинні описувати специфічні властивості фахівця і можливі відносини між людьми, що впливають на експертизу. Важливою вимогою до характеристик експерта є вимірність цих характеристик.

Ще однією проблемою є організація процедури підбору експертів, тобто визначення чіткої послідовності робіт, виконуваних в процесі підбору експертів і необхідних ресурсів для їх реалізації.

Максимальне число експертів в групі перевіряється на обмеження по фінансовим ресурсам. Визначивши залежність між достовірністю, кількістю експертів та витратами на оплату, група управління представляє керівництву цю інформацію і формулює можливі альтернативи рішень. Такими альтернативами можуть бути або зниження достовірності результатів експертного оцінювання рівня, що забезпечує виконання обмеження по витратах на оплату експертів, або збереження вихідних вимог на достовірність експертизи і збільшення витрат на оплату експертів.

Наступним етапом роботи з підбору експертів є складання попереднього списку експертів. При складанні цього списку проводиться аналіз якостей експертів. Крім обліку якостей експертів, визначаються їх місцезнаходження й можливості участі обраних фахівців в експертизі.

При оцінці якостей враховується думка людей, які добре знають кандидатів у експерти.

Після складання списку експертів їм направляються листи із запрошенням брати участь в експертизі. В листах пояснюється мета проведення експертизи, її терміни, порядок проведення, обсяг роботи та умови винагороди. До листів додаються анкети даних експерта та самооцінки компетентності.

Отримавши відповіді експертів, група управління складає остаточний список групи експертів.

Після складання і затвердження списку експертам посилається повідомлення про включення їх до складу експертної групи.

Проведення експертної оцінки

Найбільш простим є метод апріорного ранжирування, заснований на експертній оцінці факторів групою фахівців, компетентних у досліджуваній області.

Апріорі означає, що експерт оцінює нове явище, факт на основі свого минулого досвіду.

Метод апріорного ранжирування зводиться до наступного:

1. Організацією або фахівцем, що проводить експертизу, на підставі аналізу літературних даних, узагальнення наявного досвіду, опитування фахівців, дерева систем і т.д. визначається попередній (з певним резервом, що забезпечує вибір) перелік факторів, що вимагають ранжирування.

2. Складається анкета, в якій наводиться, бажано в табличній формі, перелік факторів, необхідних пояснень, інструкції та приклади заповнення анкет.

3. Здійснюється комплектація і перевірка компетентності групи експертів, які повинні бути фахівцями в розглянутих питаннях, але не бути особисто зацікавленими в результатах. Перевірка компетентності експертів може проводитися за допомогою тестів, методом самооцінки або оцінкою еталонних факторів.

4. Після формування групи проводиться усний чи письмовий інструктаж експертів.

5. Експертами здійснюється індивідуальна оцінка запропонованих факторів за допомогою рангів, в процесі якої чинники розташовуються в порядку убуття ступеня їх впливу на результуючий ознака або об'єкт дослідження, який є цільовою функцією. Ранг позначається наступним чином a_{km} , де m - умовний номер експерта; k - номер фактору. При цьому фактор, що має найбільший вплив, оцінюється першим рангом (цифрою 1). Фактору, який має менше значення, приписується другий ранг (цифра 2) і т.д.

6. Отримані оцінки з іншими експертами не обговорюються і передаються організаторам експертизи.

7. Організаторами експертизи проводиться обробка результатів експертного опитування.

8. За результатами експертизи організацією або фахівцем, що проводив експертне опитування, розробляються пропозиції щодо вирішення конкретних проблем або результати передаються без коментарів.

Розглянемо приклад оцінки впливу ряду подфакторів, вибраних з дерева систем технології виробництва будівельних виробів і які характеризують вплив виробничо-технічної бази заводу на конкурентоспроможність продукції. Конкретним показником конкурентоспроможності була обрана собівартість виробу.

Організаторами експертизи на підставі попереднього аналізу умов роботи заводу для експертної оцінки було обрано такі чотири подфактори ($k = 4$) третього рівня:

C^2_{031} - забезпеченість виробничої базою (площі, цехи, пости і т.д.);

C^2_{032} - продуктивність лінії;

C^2_{033} - вартість сировинних матеріалів;

C^2_{034} - рівень механізації виробничих процесів.

До незалежній експертизі залучено 8 експертів ($m = 8$).

Кожен експерт незалежно від інших привласнює свої ранги кожному фактору і передає результати організаторам експертизи. Наприклад, експерт № 1 ($m = 1$) перший фактор ($k = 1$) оцінив рангом $a_{11} = 2$; другий фактор ($k = 2$) $a_{21} = 3$; третій ($k = 3$) $a_{31} = 4$; четвертий ($k = 4$) $a_{41} = 1$.

Рекомендується наступна послідовність обробки результатів апріорного ранжирування.

1) Індивідуальні оцінки всіх експертів зводяться в таблицю апріорного ранжирування (табл. 2.1). Так, ранги восьми експертів по першого фактору: 2; 1; 2; 1; 1; 1; 2; 1.

2) Визначається сума рангів усіх експертів по кожному фактору

$$\Sigma k = \sum_{m=1}^m a_{km}$$

де m – число експертів; k – число факторів.

Наприклад, по фактору C^2_{031} сума рангів усіх експертів дорівнює (таблиця 2.1) $\Delta_1 = \sum_{m=1}^8 a_{1m} = 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 = 11$, де a_{1m} – ранг, що наданий 1-му фактору m -тим експертом;

3) Перевіряється правильність заповнення таблиці. Очевидно, по-перше, що максимальний ранг по конкретному фактору ($E < T$) не може бути більше числа порівнюваних факторів (k). По-друге, максимальне значення суми рангів по будь-якому фактору не може бути більше добутку максимально можливого рангу на число експертів, тобто $(\Sigma_k)_{\max} \leq (a_{km})_{\max} \cdot m$.

У прикладі $(\Sigma_k)_{\max} = \Delta_3 = 27, < 32 = 4 \cdot 8$.

По-третє, мінімально можлива сума рангів по будь-якому фактору не може бути менше мінімального рангу (1), помноженого на число експертів, тобто $(\Delta_k)_{\min} \geq (a_{km})_{\min} \cdot m$. Для першого фактору $(\Delta_k)_{\min} = \Delta_1 = 11 > 8 = 1 \cdot 8$.

У розглянутому прикладі всі три умови задоволені:

$$a_{km} \leq 4 = (a_{km})_{\max};$$

$$\Delta_k < 32 = (\Delta_k)_{\max};$$

$$\Delta_k > 8 = (\Delta_k)_{\min}.$$

Таблиця 2.1 - Результати апріорного ранжирування факторів лінії з виробництва залізобетонних виробів, що впливають на їх собівартість

Фактори, k	Умовні номери експертів, m								Сума рангів, Δ_k	Відхилення суми рангів, Δ'_k	$(\Delta'_k)^2$	Місце, M_1	Вага фактору, q_k
	1	2	3	4	5	6	7	8					
	ранги оцінки a_{km}												
C^2_{031} (k=1)	2	1	2	1	1	1	2	1	11	-9	81	1	0,4
C^2_{032} (k=2)	3	4	4	2	3	2	4	4	26	6	36	3	0,2
C^2_{033} (k=3)	4	3	3	4	4	4	3	2	27	7	49	4	0,1
C^2_{034} (k=4)	1	2	1	3	2	3	1	3	16	-4	16	2	0,3
Итого	$\sum_1^k \Delta_k = 80$									$S = 182$			1,0

3) Обчислюється сума рангів $\sum_{k=1}^k a_{km} = 11 + 26 + 27 + 16 = 80$ і середня сума

$$\text{рангів } \bar{\Delta} = \frac{\sum_{k=1}^k a_{km}}{k} = \frac{80}{4} = 20.$$

4) Перевіряється правильність визначення суми рангів за формулою

$$\sum_1^k \Delta k = m \cdot k \cdot \bar{a} \text{ або } 9 \cdot 4 \cdot 2,5 = 90$$

де \bar{a} - середній ранг оцінки факторів кожним експертом:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{k=1}^k k}{k}.$$

У прикладі $\bar{a} = \frac{1+2+3+4}{4} = 2,5$; а $\sum_1^k \Delta k = 8 \cdot 4 \cdot 2,5 = 80$, що відповідає табличним даним.

5) Визначається відхилення від суми рангів:

$$\Delta'_k = \Delta_k - \bar{\Delta} \text{ або } 19 - 22,5 = 3,5 \text{ і т.д.}$$

6) Розраховується коефіцієнт Кенделла:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (k^3 - k)} \text{ або } W = \frac{12 \cdot 49}{81 \cdot (64 - 4)} = 0,121$$

де $S = \sum_{k=1}^k (\Delta'k)^2 = 49$.

Коефіцієнт конкордації може змінюватися від 0 до 1. Якщо він істотно відрізняється від нуля ($W > 0,5$), то можна вважати, що між думками експертів є певна згода.

У розглянутому прикладі $W = \frac{12 \cdot 182}{64(64 - 4)} = 0.57$.

Якщо $W \geq 0,5$, то можна вважати, що між думками експертів є певна згода. Якщо $W < 0,5$, то думка неузгоджена та її не можна вважати груповою;

з) за результатами аналізу приймається рішення про прийняття результатів або проведення повторної експертизи, а саме:

а) передача її проведення іншій групі фахівців;

б) зміна інструкції;

в) коригування складу факторів;

г) залучення інших експертів.

При будь-якому результаті проводити повторну експертизу колишнім складом експертів не рекомендується.

і) при $W \geq 0,5$ перевіряється гіпотеза про невинуватість згоди експертів за критерієм Пірсона: $X_p^2 = W \cdot m \cdot (k - 1)$ або $0,121 \cdot 9(4 - 3) = 3,267$, де $(k - 1)$ – число ступенів свободи.

Розрахункове значення коефіцієнта порівнюється з табличним, певним при числі ступенів свободи $k - 1$.

Якщо розрахункове значення критерію Пірсона більше табличного, а $W > 0,5$, то це свідчить про наявність суттєвої подібності думок експертів, значущості коефіцієнта конкордації та невинуватості збігу думок експертів, тобто $X_p^2 > X_T^2$.

У прикладі $X_p^2 = 0,57 \cdot 8 \cdot 3 = 13,68$, а $X_T^2 = 11,3$ (при рівні значущості 0,01), і результати експертизи можуть бути визнані задовільними і адекватними.

10) За сумою рангів Δk здійснюється ранжування факторів (підсистем). Мінімальній сумі рангів (Δk) \min відповідає найбільш важливий фактор, який одержує перше місце $M = 1$, далі чинники розташовуються по мірі зростання суми рангів.

Таким чином, за результатами апріорного ранжирування для даного підприємства фактори розташовуються по їх впливу на рівень собівартості виробів наступним чином:

1 місце - забезпеченість виробничої базою ($\Delta k_1 = 11$);

2 місце - рівень механізації ($\Delta k_4 = 16$);

3 місце - продуктивність лінії ($\Delta k_2 = 26$);

4 місце - вартість сировинних матеріалів ($\Delta k_3 = 27$).

11) Для наочного уявлення про вагомість факторів може будуватися апріорна діаграма рангів (рис. 2.1) і визначаються питомі ваги факторів по їх впливу на цільовий показник (α_T). При цьому питома вага фактору визначається за наступною формулою:

$$q_k = \frac{2 \cdot (k - M + 1)}{k \cdot (k + 1)},$$

де M - місце фактору за результатами ранжирування.

У прикладі фактор, який посів перше місце ($M = 1$), має вагу при $k = 4$:

$$q_1 = \frac{2 \cdot (4 - 1 + 1)}{(4 \cdot 5)} = 0.4; \text{ друге місце - } q_2 = 0.3; \text{ третє - } q_3 = 0.2; \text{ четверте - } q_4 = 0.1.$$

Звичайно $\sum_{k=1}^k q_k = 1.0$.

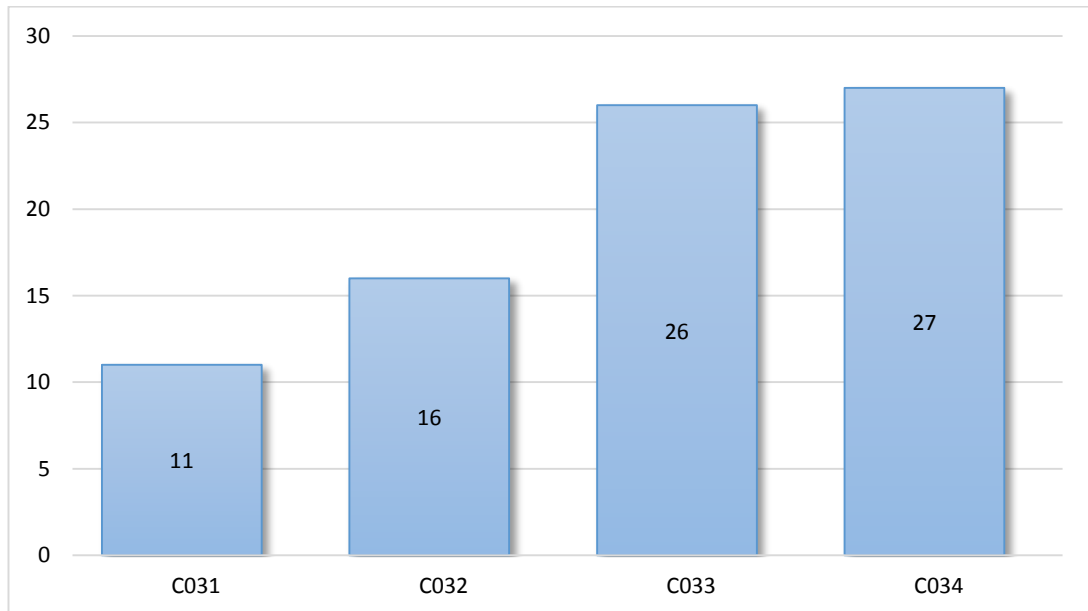


Рис. 2.1. Априорна діаграма сум рангів

12) Априорна діаграма рангів дозволяє попередньо відібрати найбільш дієві підсистеми. До них в прикладі відносяться ті, у яких сума рангів менше середньої тобто $\Delta_k < \bar{\Delta} = 20$.

Переваги априорного ранжирування: порівняльна простота організації процедури та оперативність отримання результатів.

Недоліки: велика залежність результатів від якості організації експертизи та підбору експертів, тобто певна суб'єктивність. Крім того, при оцінці тих чи інших факторів (заходів) для даної системи (підприємства, фірми) експерти користуються своїм колишнім досвідом або поглядами (саме тому експертиза називається априорної). Тому правильна постановка питань і вибір факторів для даної методики мають особливе значення і суттєво впливають на результати експертизи.

Типовою помилкою при використанні експертних методів, що диктуються їх порівняльною простотою, є прагнення включити в оцінку максимальне число показників або об'єктів різних рівнів.

При априорному ранжируванні для отримання більш об'єктивних даних порівнюють думки експертів декількох груп і різних шкіл, звертаються до незалежних аудиторам або аудиторським фірмам.

Послідовність виконання практичної роботи

- 1) Вивчити класифікацію методів інтеграції думок фахівців.
- 2) Вивчити методика проведення апріорного ранжирування.
- 3) Законспектувати загальні положення.
- 4) За допомогою методу апріорного ранжирування визначити вклад факторів у досягнення мети на схемі, наведеній на рис. 2.2.

Для цього:

- а) Формується список факторів і анкета по прикладеному зразку на рис. 2.3;
- б) Формується група експертів з присутніх студентів, кожному студенту присвоюється умовний номер експерта і видається анкета;

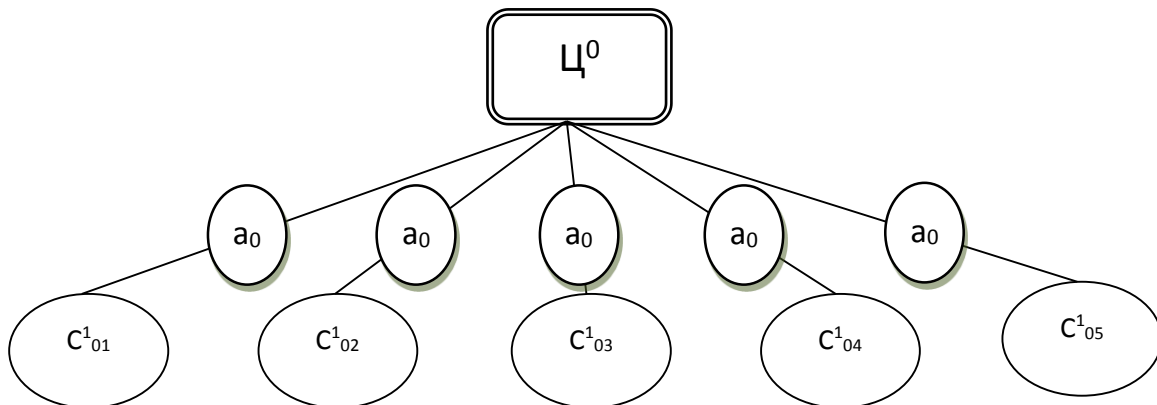


Рис. 2.2. Схема дерева цілей і систем

- в) Кожний експерт на основі свого досвіду і знань заповнює анкету;
- г) Заповнюється таблиця результатів апріорного ранжирування;
- д) Розраховуються:
 - Сума рангів;
 - Середня сума рангів;
 - Відхилення суми рангів від середньої суми рангів;
 - Квадрати відхилень суми рангів від середньої суми рангів;
 - Сума квадратів відхилень.

Анкета

Шановний експерт, заповніть, будь ласка, запроповану анкету, в якій оцініть ступінь впливу запропонованих чинників на довговічність бетону, найбільш значного фактору присвойте ранг 1, менш значного ранг 2 і так далі.

Експерт	Прізвище І.Б.	Умовний номер експерта

Ціль	Фактор, що впливає на досягнення цілі		Ранг фактору, R ₀₁
Ц ⁰ - підвищення довговічності бетону	Позначення	Зміст фактору	
	C ¹ ₀₁	Зміна температур	
	C ¹ ₀₂	Агресивне середовище	
	C ¹ ₀₃	Хімічні речовини	
	C ¹ ₀₄	Зміна тиску	
	C ¹ ₀₅	Вміст CO ₂ у атмосфері	

Експерт _____
 підпис П.І.Б.

Рис. 2.3. Приклад анкети

е) За допомогою коефіцієнта конкордації Кенделла оцінюється ступінь узгодженості думок експертів. У разі, якщо коефіцієнт Кенделла недостатній, подальші розрахунки проводяться, однак у висновку вказується недостатність коефіцієнта, можливі причини цього, а також можливі шляхи коригування експертизи.

ж) Перевіряється гіпотеза про невинновість згоди експертів (табличне значення критерію Пірсона для числа ступенів свободи $k-1=4$, $\chi^2=13.277$).

з) За сумою рангів здійснюється ранжирування факторів.

і) Розраховується вклад факторів у досягнення поставленої мети.

к) Будується апріорна діаграма рангів.

л) На дереві цілей і систем наносяться вклади факторів.

м) Робляться висновки, в яких вказуються результати ранжирування.

5) Оформити звіт.

6) Захистити звіт по контрольним питанням.

Завдання для самостійної роботи

З таблиці 2.2 вибрати десять умовних номерів експертів. Вибір здійснювати виходячи з двох останніх цифр залікової книжки. Перша п'ятірка експертів починається з номера, відповідного передостанній цифрі номера залікової книжки, друга п'ятірка експертів починається з номера, відповідного останній цифрі номера залікової книжки.

Наприклад, якщо останні цифри 39, то номери експертів: перша п'ятірка 3,4, 5, 6, 7, друга п'ятірка 9, 10, 11,12, 13. Якщо 23, то номери експертів 2, 3, 4, 5, 6 і 3, 4, 5, 6, 7.

Таблиця 2.2 - Вихідні дані

Номера експертів Фактори	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
C^1_{01}	3	2	2	1	4	1	4	4	2	3	2	4	3	1
C^1_{02}	1	1	3	2	2	2	1	3	1	2	1	3	4	2
C^1_{03}	2	4	4	3	1	3	3	2	3	4	4	2	2	3
C^1_{04}	4	3	1	4	3	4	2	1	4	1	3	1	1	4

Використовуючи відповіді експертів, провести розрахунки аналогічні, попередньому розділу:

а) Заповнюється таблиця результатів апріорного ранжирування.

б) Розраховуються:

- Сума рангів;

- Середня сума рангів;

- Відхилення суми рангів від середньої суми рангів;

- Квадрати відхилень суми рангів від середньої суми рангів;

- Сума квадратів відхилень.

в) За допомогою коефіцієнта конкордації Кенделла оцінюється ступінь узгодженості думок експертів. У разі, якщо коефіцієнт Кенделла недостатній, подальші розрахунки проводяться, однак у висновку вказується недостатність коефіцієнта, можливі причини цього, а також можливі шляхи коригування експертизи.

г) Перевіряється гіпотеза про невинуватість згоди експертів (табличне значення критерію Пірсона для числа ступенів свободи $k-1=3$, $\chi^2=11.345$).

д) За сумою рангів здійснюється ранжування факторів.

е) Розраховується вклад факторів у досягнення поставленої мети.

ж) Будується апріорна діаграма рангів.

з) На дереві цілей і систем наносяться вклади факторів.

і) Робляться висновки, в яких вказуються результати ранжирування.

Зміст звіту

Звіт по практичній роботі повинен містити:

- Цілі виконання практичної роботи;

- Загальні положення;

- Результати самостійного апріорного ранжування;

- Висновки.

Контрольні питання

1. Перелічіть основні переваги колективної роботи експертів;
2. Чому експертне ранжування називається апріорним?
3. Які критерії застосовуються при оцінці ступеня узгодження експертів і невинноводності цієї згоди?
4. Як використовується діаграма рангів для виявлення найбільш значущих чинників?

Практична робота №3

ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВИХ МЕТОДІВ ПРИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ В УМОВАХ РИЗИКУ

Мета роботи

Основною метою даної практичної роботи є:

- 1) поглиблення теоретичних знань про ігрових методах прийняття рішень в умовах ризику;
- 2) освоєння ігрових методів прийняття рішення в умовах ризику.

Загальні положення

Одним із методів прийняття рішень в умовах дефіциту інформації є аналіз ринкової, виробничої або іншої ситуації з використанням теорії ігор і статистичних рішень. Сенс і зміст гри полягає в наступному:

1. Для того, щоб справити математичний аналіз ситуації, будують її спрощену, очищену від другорядних деталей модель, звану грою.
2. В грі функціонують сторони і розглядаються (відтворюються) їх можливі стратегії, тобто сукупність правил, які наказують певні дії залежно від ситуації, що склалася в ході гри.
3. Якщо в грі виступають дві сторони, то така гра називається парною. Якщо в грі беруть участь кілька учасників, то гра називається множинною.
4. Розрізняють ігри конфліктні (антагоністичні) і «гри з природою».
5. В конфліктних іграх (конкуренція, спортивні змагання, військові дії) сторони свідомо протидіють одна одній. Виграш одного боку означає програш іншого.
6. Ігри з природою застосовуються при вивченні виробничих ситуацій, тобто організаційних, технічних і технологічних задач. Їх називають також іграми з виробництвом.

7. В іграх з природою (виробництвом) зазвичай розглядаються дві сторони:

А - організатори виробництва (активна сторона), тобто керівники заводів, або інших підприємств усіх форм власності, що надають послуги споживачам;

П - сукупність випадково виникаючих виробничих або ринкових ситуацій («природа»).

8. Сенс гри полягає в наступному:

а) Активна сторона повинна вибрати таку стратегію, тобто прийняти рішення, щоб отримати максимальний ефект.

б) При цьому «природа», тобто виробничі ситуації що складаються, активно і свідомо не протидіє заходам організаторів виробництва, але точний стан «природи» (П) їм невідомо.

в) Прийняття рішень ігровими методами ґрунтується на певних правилах, які регламентують можливі варіанти (стратегії) дії сторін, що беруть участь в грі: наявність і обсяг інформації кожної сторони про поведінку іншої; результат гри, тобто зміна цільової функції при поєднаннях певних стратегій сторін та ін.

г) В процесі гри сторона А або сторони оцінюють ситуацію, приймають рішення, роблять ходи, тобто роблять певні дії щодо зміни ситуації на свою користь. Ходи бувають особистими - свідомий вибір сторони з можливих варіантів дій. Випадковими - це вибір з ряду можливих, який визначається механізмом імовірнісного відбору варіантів, а не самим учасником гри. Змішані ходи представляють комбінацію особистих і випадкових. Якщо число можливих стратегій обмежені, то ігри називаються кінцевими, а при необмеженому числі стратегій - нескінченними.

д) Результати цих ходів оцінюються кількісно по зміні цільової функції:

Залежно від змісту інформації в теорії ігор розглядаються методи прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності. У даній практичній роботі розглядається прийняття рішень тільки в умовах ризику.

Розглянемо застосування ігрових методів на прикладі визначення оптимального запасу сировинних матеріалів на складі заводу залізобетонних виробів.

1) Визначення сторін в грі. Очевидно, сторонами в грі є:

- Виробництво (В), яке в заданих умовах і у випадковому порядку «видає» те чи інше число вимог на цемент певної марки;

- Організатори виробництва (А), в даному випадку організатори складського господарства, комплектують той чи інший запас цементу. Отже, маємо варіант парної гри з природою.

2) Ідентифікація груп факторів цільової функції:

a_n - задані умови - це розмір складів, тип, витрата цементу на 1 м^3 , продуктивність лінії по виробництву залізобетонних виробів ЗБВ, кваліфікація персоналу. Ця група факторів, по-перше, визначає потік вимог на цемент, по-друге, пропускну здатність лінії ЗБВ і вартість самого обслуговування вимог;

z_k - стосовно організації складського господарства це виникнення того чи іншого числа вимог на цемент, вірогідність якого відома заздалегідь;

x_m - рішення організаторів виробництва (А), тобто в розглянутому прикладі - раціональний запас цементу, який повинен підтримуватися на складі.

3) Визначення ймовірності появи потреби в цементі q_j .

Ймовірність може бути визначена:

а) розрахунково, на основі даних щодо потреби в ЗБВ в розглянутих умовах за формулою:

$$P_{ka} = \frac{a^k}{k!} e^{-a},$$

де P_{ka} - ймовірність надходження конкретної кількості заявок; a - середня кількість заявок; k - кількість заявок.

б) на підставі аналізу звітних даних про вимоги на цемент. При цьому за певне число змін, наприклад, $C = 100$, збираються відомості про число вимог на цемент:

C_1 - число змін, коли вимог не було;

C_2 - число змін з однією вимогою;

C_3 - число змін з двома вимогами і т.д.

$$\omega_1 = \frac{C_1}{C} \approx P_1.$$

Це дає так звану частість або емпіричну ймовірність, яку можна використовувати в грі. У розглянутому прикладі на підставі аналізу звітних даних встановлено, що щодня під час випуску даного виду ЗБВ потрібно не більше чотирьох заявок на цемент, причому ймовірність того, що заявки на цемент не будуть потрібні протягом зміни, дорівнює $q_1 = 0,1$; буде потрібно один раз $q_2 = 0,4$; два $q_3 = 0,3$; три - $q_4 = 0,1$ і чотири $q_5 = 0,1$.

4) Формування стратегії сторін (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Стратегії сторін ігри

Виробництво (В)			Організатори складського господарства (А)	
Позначення стратегій, V_j	Необхідно заявок на цемент, n_j	Ймовірність даної потреби, q_j	Позначення стратегій, A_i	Є цемент на складі, n_i
V_1	0	0,1	A_1	0
V_2	1	0,4	A_2	1
V_3	2	0,3	A_3	2
V_4	3	0,1	A_4	3
V_5	4	0,1	A_5	4

Стратегії виробництва (В) або вимоги ринку послуг визначаються числом заявок на цемент протягом зміни n_i . Причому перша стратегія V_1 полягає в тому, що фактично не буде потрібно цемент ($n_1 = 0$), друга V_2 - одна заявка на цемент, V_3 - дві заявки, V_4 - три і V_5 - чотири ($n_5 = 4$).

При організації на складі запасу організатори виробництва (сторона А) можуть застосувати такі стратегії: A_1 - не мати запасу; A_2 - мати в запасі цемент на 1 заявку; A_3 - на дві; A_4 - на три і A_5 - на чотири заявки. Так як потреба більше чотирьох заявок за зміну не була зафіксована, то подальше збільшення запасів апріорно недоцільно. Причому визначені у таблиці 3.1 ймовірності q_j слід розглядати як ймовірність реалізації стратегій боку В. Отримані таким чином результати по V_j , A_j і q_j зводять в таблицю стратегій сторін.

5) Визначення наслідків випадкового поєднання стратегій сторін.

В реальних умовах поєднання стратегій A_i і V_j випадково, але кожному поєднанню A_i і V_j стратегій відповідають певні наслідки b_{ij} . Наприклад, якщо потреба в цементі перевищує його наявність на складі, то підприємство несе збитки від невиконання замовлення (зменшення коефіцієнту технічної готовності α_T) або відмови клієнтові. Якщо заявок на цемент менше, ніж мається його на складі, то виникають додаткові витрати, пов'язані з його зберіганням і втратою властивостей. Кількісно наслідки поєднання стратегій V_j і A_j оцінюються за допомогою виграшу b_{ij} (таблиця 3.2), який відноситься на підприємство (А) і може обчислюватися в гривнях або умовних одиницях. Виграш $b_{ij} > 0$ називається прибутком, а $b_{ij} < 0$ збитком. Природа збитку і прибутку в кожному конкретному випадку може бути різною, а самі величини збитку і прибутку повинні бути строго обґрунтовані, тому що від них залежить вибір оптимального рішення. У прикладі задоволення потреби в цементі пов'язано із скороченням простоїв лінії по виробництву ЗБВ або збереженням клієнтури, що приносить прибуток заводу. Зайвий запас викликає додаткові витрати на зберігання і забезпечення схоронності властивостей цементу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Умови визначення виграшу

Ситуації	Разовий виграш в умовних одиницях	
	Збиток	Прибуток
Зберігання на складі запасу цементу на одну заявку	$b_1 = -1$	-
Задоволення потреби в одній заявці на цемент	-	$b_2 = +2$
Відсутність необхідного для виконання вимоги запасу цементу на складі	$b_3 = -3$	-

б) Визначення виграшів при всіх можливих в розглянутому прикладі поєднаннях стратегій $A_i V_j$, в даному випадку $25 (A_i \times V_j = 5 \times 5)$. Наприклад, поєднання стратегій A_2 і V_4 означає, що потреба в цементі протягом даної зміни складає (V_4) $n_5 = 3$ заявки, а на складі є (A_2) тільки запас на одну заявку. Тому виграш (таблиця 3.3) складе $b_{24} = 1 \times 2$ (при потребі 3 на складі є 1 запас) - 2×3 (дві заявки не задоволені) = $2 - 6 = -4$; поєднання стратегій A_4 і V_2 (необхідний

запас цементу на одну заявку, а на складі є 3) $b_{42} = 1 \times 2$ (одна вимога задоволено) - 2×2 (дві заявки не затребувані) = $2 - 2 = 0$ і т.д.

Виграші при поєднанні всіх можливих стратегій сторін зводяться в платіжній матриці (таблиця 3.3).

Фактично платіжна матриця - це список всіх можливих альтернатив, з яких необхідно вибрати раціональну стратегію A_i ; організаторів виробництва.

Таблиця 3.3 - Платіжна матриця

Необхідний запас цементу та виграш при поєднанні стратегій A_i і B_j							Мінімальний виграш по стратегіям (мінімуми строк), α_i	
Показники оцінки поєднання стратегій A_i і B_j	$B_j \rightarrow$		B_1	B_2	B_3	B_4		B_5
	$p_j \rightarrow$		0	1	2	3		4
	$A_i \downarrow$	$B_j \downarrow$						
Запас цементу та виграш по стратегіям	A_1	0	0	-3	-6	-9	-12	-12
	A_2	1	-1	2	-1	-4	-7	-7
	A_3	2	-2	1	4	1	-2	-2
	A_4	3	-3	0	3	6	+3	-3
	A_5	4	-4	-1	2	5	8	-4
Максимальний виграш (максимуми стовпців), $(\beta_i)_{\max}$			0	2	4	6	8	

7) Вибір раціональної стратегії організаторів виробництва. Найбільш просте рішення виникає тоді, коли знаходиться стратегія A_i , кожний виграш якої при будь-якому стані B_j не менше, аніж виграш при будь-яких інших стратегіях. У розглянутому прикладі таких стратегій немає. Наприклад, стратегія A_3 краще всіх інших тільки при стані B_3 , але гірше стратегії A_2 при стані B_2 і A_4 при стані B_4 і т.д.

У загальному випадку при відомих ймовірностях кожного стану B_j вибирається стратегія A_i , при якій математичне сподівання виграшу організаторів виробництва буде максимальним. Для цього обчислюють середньозважений виграш по кожному рядку платіжної матриці для i -ї стратегії:

$$\bar{b}_i = q_1 b_{i1} + q_2 b_{i2} + \dots + q_n b_{in} = \sum_{j=1}^n q_j b_{ij}.$$

Наприклад, для стратегії A_1 з таблиць 3.2, 3.3 маємо:

$$\bar{b}_1 = 0.1 \cdot 0 - 0.4 \cdot 3 - 0.3 \cdot 6 - 0.1 \cdot 9 - 0.1 \cdot 12 = -5.1$$

Аналогічно для A_2 маємо $\bar{b}_2 = 1$ і т.д.

Отримані таким чином результати зводимо в матрицю виграшів (останній стовпець табл. 3.4).

З матриці виграшів впливає, що оптимальною стратегією, що забезпечує максимальний середній виграш, є стратегія A_4 . Тобто необхідно постійно мати на складі потрібний запас цементу. Іншими словами, якщо організатори виробництва будуть кожен раз дотримуватися четвертої стратегії, то за ряд змін в кінцевому підсумку вони отримають наступний виграш: $(\bar{b}_4)_{\max} = 1.5$ умовних одиниць. Але це не означає, що в окремі зміни при різному поєднанні A_4 (потрібний запас цементу на складі) і реальної потреби в цементі не може бути отриманий збиток, наприклад, поєднання $A_4 B_1$ (таблиця 3.3).

Таблиця 3.4 - Матриця виграшів при вихідному (I) варіанті

$A_i(n_i)$ \ $B_j(n_j)$	Добуток $\bar{q}_j \times b_{ij}$					Середній ви- граш, \bar{b}_i
	B_1 ($n_1=0$)	B_2 ($n_2=1$)	B_3 ($n_3=2$)	B_4 ($n_4=3$)	BP_5 ($n_5=4$)	
$A_1(n_1=0)$	0	-1,2	-1,8	-0,9	-1,2	-5,1
$A_2(n_2=1)$	-0,1	0,8	-0,3	-0,4	-0,7	-0,7
$A_3(n_3=2)$	-0,2	0,4	1,2	0,1	-0,2	1,3
$A_4(n_4=3)$	-0,3	0	0,9	0,6	0,3	1,5
$A_5(n_5=4)$	-0,4	-0,4	0,6	0,5	0,8	1,1
Ймовірності ста- нів, q_j	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1	-

n_j (в стовпцях) - необхідно мати на складі запасів цементу;

n_i (в рядках) - фактично мається на складі запасів цементу.

8) Визначення економічного ефекту від використання оптимальної стратегії.

Особливість виконаного розрахунку полягає в тому, що враховувалася не тільки ймовірність певної потреби в агрегатах, але й наслідки їх наявності або відсутності на складі. Тому економічна ефективність може бути отримана порівнянням виграшу при оптимальної стратегії з виграшем, який може бути отриманий при підтримці на складі середньозваженої потреби в цементі, коли наслідки прийнятих рішень не враховуються.

$$\bar{n}_c = \sum_{j=1}^j q_j n_j.$$

де n_j – потреба в цементі на складі; q_j – ймовірність цієї потреби.

$$\text{У прикладі } \bar{n}_c = 0.1 \cdot 0 + 0.4 \cdot 1 + 0.3 \cdot 2 + 0.1 \cdot 3 + 0.1 \cdot 4 = 1.7$$

Приймаємо ціле значення середньозваженої потреби $\bar{n}_c = 2$. Наявність на складі двох запасів цементів відповідає стратегії A_3 , при якій забезпечується середній виграш $\bar{b}_3 = 1.3$ умовних одиниць (табл. 3.4).

Таким чином економічний ефект при використанні оптимальної стратегії становить:

$$E(A^0) = 100 \frac{\bar{b}_0 - \bar{b}_c}{\bar{b}_c} = 100 \frac{1.5 - 1.3}{1.3} = 15.4\%.$$

10) Аналіз отриманих рішень. Дані таблиці 3.4 дозволяють зробити наступні практичні висновки:

По-перше, визначена оптимальна стратегія (A_4), дотримуючись якої організатори виробництва отримують гарантований виграш в 1,5 умовні одиниці. Очевидно, наявність на складі 3-х запасів цементу є заданим цільовим нормативом для організаторів складського господарства підприємства ЦН = $B_4 = 3$ запасу. Недоцільним є не тільки скорочення порівняно з оптимальним, але і надмірне збільшення оборотного фонду. Необхідно ще раз відзначити, що стратегія A_4 є оптимальною при багаторазовому її застосуванні, тобто в середньому для повторюваних ситуацій. Для разових реалізацій вона може бути і

неоптимальною. Наприклад, при V_1 (вихідний варіант) вона дає збиток, а для V_5 прибуток буде менше, ніж при використанні стратегії A_5 .

По-друге, виявлена зона раціонального запасу цементу на складі, при якому підприємству гарантований дохід, тобто > 0 . Такою зоною є наявність на складі $n_j = 3 \pm 1$ запасів цементу, що відповідає стратегіям A_3, A_4, A_5 . Цю зону слід розглядати в якості інтервальної оцінки цільового нормативу для організаторів складського господарства.

По-третє, використовуючи даний метод, можна оцінити вплив ряду факторів на вибір стратегії і величину виграшу. Як випливає з таблиці 3.5, зміна вартості зберігання цементу (b_1), збитку або прибутку при наявності (b_2) і відсутності (b_3) цементу на складі в досить значних межах (від 130 до 200%) мало впливає на раціональну стратегію, яка, таким чином, є стійкою. Разом з тим величина збитку або прибутку робить істотний вплив на кінцевий виграш організаторів виробництва, максимальне значення якого за варіантами розрізнялося в межах 7 умовних одиниць.

Наприклад, збільшення прибутку від своєчасного виконання програми виробництва ЗБВ в два рази (з $b_2 = 2$ до 4) збільшує максимальний виграш при оптимальній стратегії підприємства в 3.1 рази з 1.5 (I вихідний варіант) до 4.7 умовних одиниць (табл. 4.5). Якщо при цьому зростуть в два рази і витрати на зберігання агрегату, то максимальний виграш також збільшиться в порівнянні з вихідним варіантом в 2.6 рази (з 1.5 до 3.9). Одночасно зміниться і оптимальна стратегія. При подорожчанні вартості зберігання цементу на складі економічно вигідною буде стратегія A_3 , тобто необхідно мати на складі не 3, а 2 запаси цементу. Отже в умовах самоокупності особливо важливим є правильне визначення всіх витрат, що впливають на виграш організаторів виробництва.

Таблиця 3.5 - Матриця виграшів при змінненні різних вартісних затрат

Кількість запасів цементу на складі	b, A_i	Виграш при варіантах				
		I	II	III	IV	V
n_i	b_1	-1	-1	-1	-2	-2
	b_2	+2	+4	+3	+4	+2
	b_3	-3	-3	-4	-3	-3
0	A_i	-5.1	-5.1	-6.8	-5.1	-5.1
1	A_2	-0.7	1.1	-0.2	1.0	-1.6
2	A_3	1.3	4.1	2.4	3.9	0.7
3	A_4	1.5	4.7	3.3	2.8	0.6
4	A_5	1.1	4.5	2.8	2.2	-1.2
5	A_6	0.1	3.5	1.8	0.2	-3.2
6	A_7	-0.9	2.5	0.3	-1.8	-3.4
Оптимальна стратегія	-	A_4^0	A_4^0	A_4^0	A_3^0	A_3^0
Виграш при оптимальній стратегії	-	1.5	4.7	3.8	3.9	0.7

Таким чином, збір і використання інформації про передбачувані наслідки прийнятих рішень дозволяють вибрати з наявних альтернатив найкраще рішення, тобто визначити для відповідної підсистеми обґрунтований цільовий норматив.

Природно, що в прикладі розглянуто найпростіший варіант, який ілюструє суть і можливості методу. У практичних додатках було б доцільним врахувати сезонні, місячні, а можливо, і денні коливання попиту на цемент, можливість сезонних коливань вартостей ЗБВ, різне ставлення клієнтури до ціни ЗБВ в літній і зимовий час і т.д. Все це представляється можливим оцінити даним методом, змінюючи відповідно задані умови (табл. 3.1 - 3.5).

Послідовність виконання практичної роботи

- 1) Вивчити загальні положення.
- 2) Вивчити методіку аналізу виробничих ситуацій ігровим методом.
- 3) Законспектувати загальні положення.
- 4) За допомогою ігрового методу провести аналіз виробничої ситуації для визначення раціональної кількості споживаного цементу при наступних вихідних даних:

- а) на лінії працює 2 формувальних поста даного виду ЗБВ;
- б) ймовірність потреби в цементі розраховується по формулі:

$$P_k = \frac{a^k}{k!} e^{-a},$$

де P_k - ймовірність надходження конкретної кількості заявок; a - середня кількість заявок за зміну ($a = 3$); k - кількість заявок (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6).

в) умови визначення виграшу приймаються згідно табл. 3.6: перший випадок вибирається з таблиці по передостанній цифрі залікової книжки, а другий випадок - за останньою цифрою залікової книжки.

- 5) В ході аналізу виробничої ситуації:
 - а) Визначити сторони в грі;
 - б) Ідентифікувати групи факторів цільової функції;
 - в) Визначити ймовірність появи заявок на обслуговування;
 - г) Сформулювати стратегії сторін;
 - д) Визначити наслідки випадкового поєднання стратегій сторін;
 - е) Визначити виграші при всіх можливих сполученнях стратегій;
 - ж) Вибрати раціональну стратегію організаторів виробництва;
 - з) Визначити економічний ефект від використання оптимальної стратегії;
 - і) Зробити аналіз отриманих рішень.
- 6) Оформити звіт.
- 7) Захистити звіт по контрольних питань.

Таблиця 3.6 - Умови визначення виграшу

Ситуації	Варіант	Разовий виграш в умовних одиницях	
		Збиток	Прибуток
Простій одного незатребуваного поста обслуговування	1	$b_1 = -1$	-
	2	$b_1 = -2$	-
	3	$b_1 = -3$	-
	4	$b_1 = -4$	-
	5	$b_1 = -1$	-
	6	$b_1 = -2$	-
	7	$b_1 = -3$	-
	8	$b_1 = -4$	-
	9	$b_1 = -1$	-
	10	$b_1 = -2$	-
Задоволення потреби при виробництві одного ЗБВ	1	-	$b_2 = +4$
	2	-	$b_2 = +3$
	3	-	$b_2 = +2$
	4	-	$b_2 = +1$
	5	-	$b_2 = +4$
	6	-	$b_2 = +3$
	7	-	$b_2 = +2$
	8	-	$b_2 = +1$
	9	-	$b_2 = +4$
	10	-	$b_2 = +3$
Простій одного поста в результаті браку сировини.	1	$b_3 = -2$	-
	2	$b_3 = -4$	-
	3	$b_3 = -2$	-
	4	$b_3 = -4$	-
	5	$b_3 = -2$	-
	6	$b_3 = -4$	-
	7	$b_3 = -2$	-
	8	$b_3 = -4$	-
	9	$b_3 = -2$	-
	10	$b_3 = -4$	-

Зміст звіту

Звіт по практичній роботі повинен містити:

- Цілі виконання практичної роботи;
- Загальні положення;
- Результати самостійного аналізу виробничої ситуації;
- Висновки.

Контрольні питання

1. Які втрати понесе виробництво, якщо його організатори будуть дотримуватися стратегії A_1 в розглянутому прикладі?
2. У яких ситуаціях застосуються ігрові методи?

Практична робота №4

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ АНАЛІЗУ ВИРОБНИЧОЇ СИТУАЦІЇ ТА ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ

Мета роботи

Основною метою даної практичної роботи є:

- 1) поглиблення теоретичних знань;
- 2) освоєння методики імітаційного моделювання.

Загальні положення

Прийняття рішень в складних виробничих і ринкових умовах пов'язано з наступними організаційними і методичними труднощами.

По-перше, це традиційний дефіцит інформації і часу для прийняття рішення.

По-друге, в реальному виробництві більшість величин є випадковими з різними, а часто і невідомими законами розподілу, і взаємодіє, як правило, не дві, а кілька випадкових величин. Тому чисто аналітичні розрахунки утруднені або неможливі.

По-третє, небезпека і велика вартість проведення натурних експериментів на реальній системі з метою оцінки варіантів рішень, тому що система працює в реальному масштабі часу і взаємодіє з численними партнерами і споживачами продукції.

По-четверте, практична неможливість забезпечення умов порівнянності при натурному експерименті, так як він припускає порівняння двох або декількох варіантів рішень. При порівнянні варіантів рішень на двох або декількох підприємствах неможливо забезпечити їх рівні умови, оскільки абсолютно зіставні аналоги відсутні. Послідовне порівняння декількох рішень на одному провадженні також утруднено через неминуче зміни в часі інших факторів, що впливають на показники ефективності, наприклад, попит на послуги, ціни, умови експлуатації.

У цих умовах при прийнятті рішень можна застосовувати методи дослідження та оцінки систем на моделях.

Модель - це спрощена форма подання реальних виробничих або ринкових процесів і взаємозв'язків в системі, що дозволяє вивчити, оцінити і прогнозувати вплив зовнішніх чинників і складових елементів (підсистем) на поведінку системи в цілому, тобто зміна цільових показників.

Моделі можуть бути фізичними, математичними, логічними, імітаційними та ін.

При вирішенні технологічних і організаційних задач, коли діє багато факторів, в тому числі і випадкових, і тому інформація не повна, поширення отримав метод імітаційного моделювання.

Імітувати - значить уявити, досягнути суті явища, не вдаючись до фізичних експериментів на реальному об'єкті.

Імітаційне моделювання - це процес конструювання моделі реальної системи і постановка експерименту на цій моделі з метою:

- Розуміння механізму функціонування системи та взаємодії підсистем;
- З'ясування характеру реакції системи на зміну зовнішніх факторів;
- Порівняльної оцінки різних стратегій функціонування системи;
- Оцінки показників ефективності системи (цілових показників).

Імітаційне моделювання може здійснюватися: вручну і на ЕОМ.

Процес імітації включає такі основні етапи:

- 1) Опис системи, тобто встановлення внутрішніх взаємозв'язків, кордонів, обмежень і показників ефективності системи, що підлягає вивченню.
- 2) Конструювання моделі - перехід від реальної системи до певної логічної схемою, яка відображає процеси, що відбуваються в системі.
- 3) Підготовка та відбір даних, необхідних для побудови і роботи моделі.
- 4) Трансляція моделі, що включає опис моделі мовою, використовуваним ЕОМ.
- 5) Оцінка адекватності, що дозволяє судити про коректність висновків, отриманих на моделі, для реальної системи.
- 6) Планування експериментів: обсягів, послідовності.
- 7) Експериментування, що полягає в реалізації на моделі імітації реальних процесів та отримання необхідних даних.
- 8) Інтерпретація - отримання висновків за результатами моделювання.
- 9) Реалізація - практичне використання моделі та результатів моделювання при прийнятті рішення для реальної системи.

Розглянемо принципи імітаційного моделювання на прикладі поста доводки лінії з виробництва залізобетонних виробів ЗБВ.

Характеристика умов задачі:

- а) Протягом зміни $T_{см}$ на пост надходять ЗБВ, які мають деякі дефекти поверхні та потребують ремонту (рис.4.1).

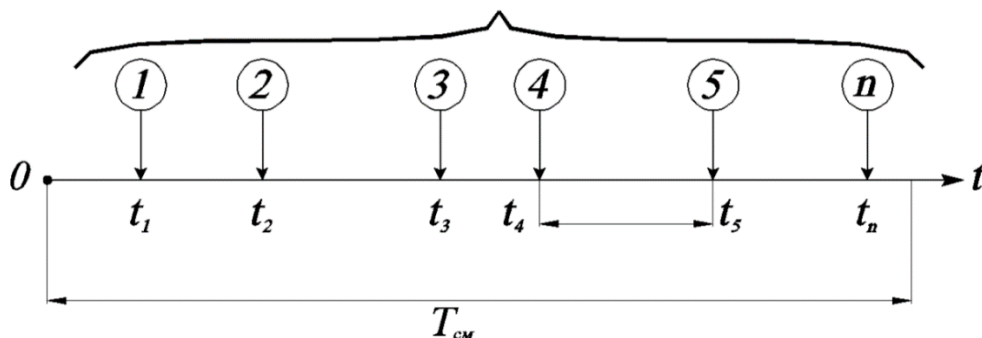


Рис. 4.1. Потік заявок на обслуговування та ремонт ЗБВ

Час надходження підпорядковується певному закону розподілу випадкових величин $f(t_i)$, найчастіше експонентному, зображеному на рис. 4.2.

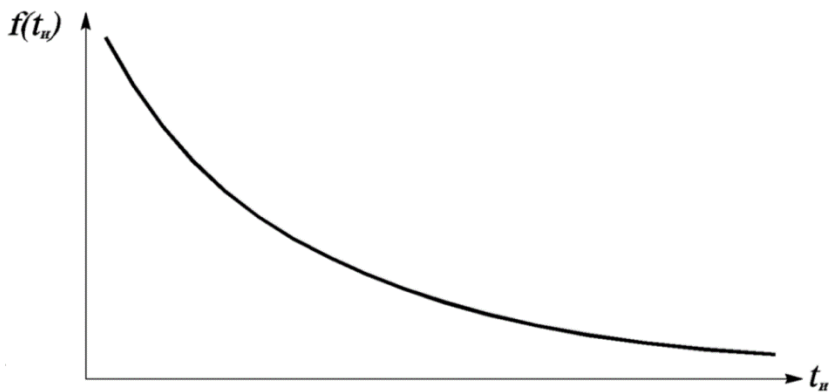


Рис. 4.2. Експонентний закон розподілу ймовірностей часу надходження заявок

б) Так як технічний стан виробів різний, а дефекти в загальному вигляді мають різний зміст і складність, то тривалість їх усунення так само випадкова й визначається певним законом розподілу $f(t_p)$, наприклад нормальним, зображеним на рис. 4.3.

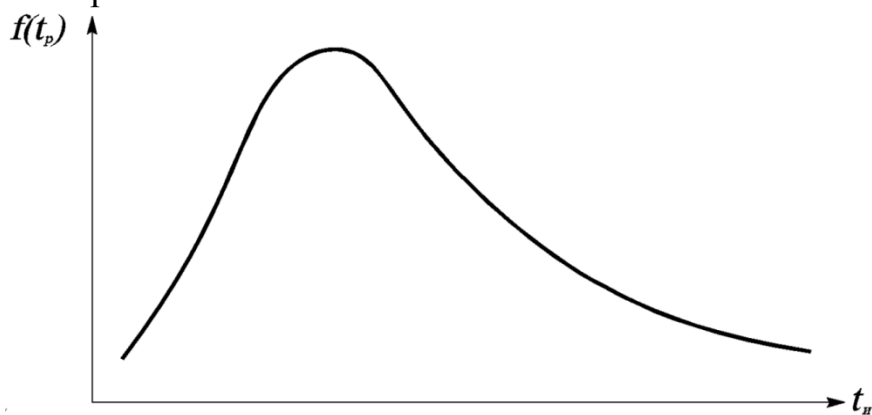


Рис. 4.3. Нормальний закон розподілу ймовірності тривалості обслуговування заявок

в) У розглянутому прикладі взаємодіють дефектні вироби і пост. При цьому можливі три варіанти розвитку подій:

Варіант I. Другий виріб надходить на пост доведення з інтервалом $t_{пп2}$ через деякий час після завершення виконання робіт над першим виробом (рис. 4.4).

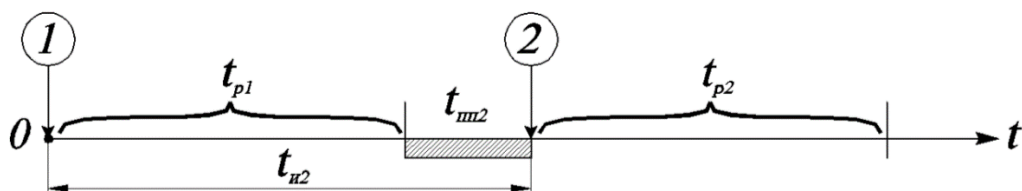


Рис.4.4. Варіант I

$$t_{пп2} = t_{n2} - t_{p1}, \quad t_{пп(i+1)} = t_{n(i+1)} - t_{pi}.$$

Варіант II. Другий виріб надходить на пост доведення в момент завершення робіт над першим виробом (рис. 4.5).

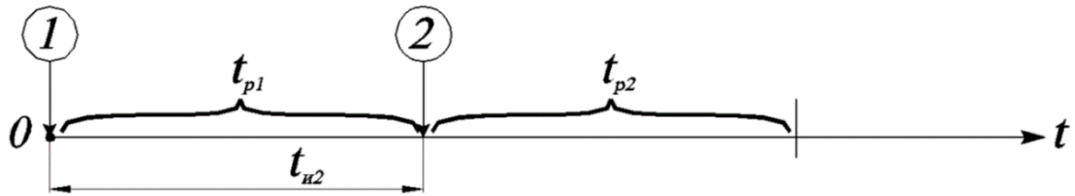


Рис. 4.5. Варіант II

$$t_{и(i+1)} = t_{pi}$$

Варіант III. Другий виріб надходить на пост доведення раніше, чим виконані роботи над першим виробом (рис. 4.6).

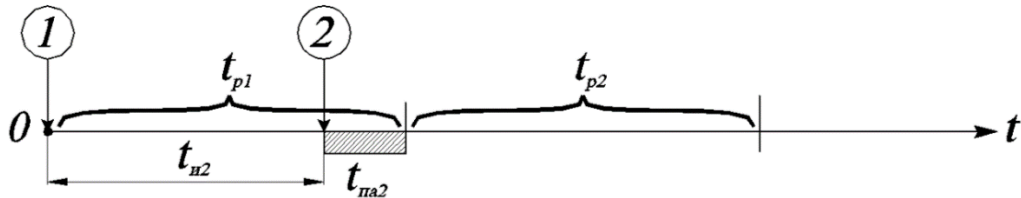


Рис. 4.6. Варіант III

$$t_{па} = t_{p1} - t_{и2}, t_{па(i+1)} = t_{p(i)} - t_{и(i+1)}.$$

Організаторів цікавить ефективність роботи даної системи, яка характеризується наступними показниками:

а) повний час функціонування поста:

$$T = \sum_{n=1}^n t_{pn} + \sum_{m=1}^m t_{пн};$$

б) час простою:

$$T_{пн} = \sum_{m=1}^m t_{пн};$$

в) сумарний час простоїв поста:

$$T_{па} = \sum_{k=1}^k t_{па},$$

де m - число простоїв поста; n - число вимог; k - число простоїв автомобілів.

Середнє значення тривалості разових операцій з доводки виробів:

- Середній час виконання робіт:

$$\bar{t}_p = \frac{\sum_{n=1}^n t_p(n)}{n};$$

- Середній час простою поста:

$$\bar{t}_{пн} = \frac{\sum_{m=1}^m t_{пн}(m)}{m};$$

- Середній час простою виробу на посту:

$$\bar{t}_{\text{па}} = \frac{\sum_{k=1}^k t_{\text{па}}(k)}{k}.$$

Оцінка застосування методу

Переваги: оперативність, мала трудомісткість і вартість, скорочення впливу людського фактору, можливість багаторазового повторення досвіду, створення порівнянних умов при проведенні порівняння варіантів.

Недоліки: складність побудови адекватної моделі.

Послідовність виконання практичної роботи

- 1) Вивчити загальні положення.
- 2) Вивчити методуку моделювання роботи системи доводки виробів.
- 3) Законспектувати загальні положення.
- 4) За допомогою методу імітаційного моделювання призвести аналіз системи доводки виробів, що складається з одного поста і виробів із дефектами поверхні, які надходять на пост відповідно до закону експоненціального розподілу ймовірності, послідовність випадкових часів надходження заявок вибрати з таблиці 4.1 згідно з варіантом, якому відповідає остання цифра залікової книжки. Послідовність випадкових значень часу виконання робіт так же вибрати з таблиці 4.1 по передостанній цифрі номера залікової книжки.
- 5) Розрахувати:
 - а) середній час виконання робіт;
 - б) середній час простою поста;
 - в) середній час простою виробу на посту.
- 6) Розрахувати ті ж параметри за умови, що час виконання робіт зменшується вдвічі.
- 7) Зробити висновки.
- 8) Оформити звіт.
- 9) Захистити звіт по контрольним питанням.

Зміст звіту

Звіт по практичній роботі повинен містити:

- Цілі виконання практичної роботи;
- Загальні положення;
- Результати імітаційного моделювання системи доведення ЗБВ;
- Висновки.

Таблиця 4.1 - Вихідні дані для самостійної роботи

№ варіанту	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$	$t_{ли, мін}$	$t_{pi, мін}$
1	43	11	1	22	6	13	7	21	6	13	6	19	25	23	10	10	19	17	8	7
2	44	27	105	10	31	12	43	10	19	29	9	7	36	26	40	32	27	18	10	16
3	56	14	157	24	36	25	60	19	23	29	25	38	46	55	44	15	40	16	12	14
4	66	15	172	10	46	16	63	42	41	52	38	10	58	17	47	14	63	29	25	18
5	69	11	181	12	82	17	75	36	42	38	43	15	59	14	48	12	110	13	30	32
6	70	31	196	14	98	23	82	14	43	32	62	24	66	18	54	16	124	29	36	16
7	86	12	205	10	129	31	100	17	51	20	80	11	105	20	58	42	132	19	54	21
8	102	9	296	10	154	20	105	17	84	12	123	32	118	20	59	18	155	23	58	15
9	104	19	312	16	180	15	230	34	98	22	124	16	170	11	79	34	163	12	73	13
10	126	13	332	12	187	7	235	9	150	30	140	40	207	37	106	20	202	26	116	10
11	137	16	335	9	195	19	239	22	156	18	155	11	213	18	107	17	214	14	124	23
12	139	22	363	22	214	7	245	8	164	16	178	22	306	16	131	20	220	19	144	20
13	191	21	376	18	234	10	256	9	189	11	204	16	307	10	134	13	237	18	157	11
14	213	35	391	9	265	13	295	26	190	13	212	9	312	7	161	13	238	15	167	14
15	237	9	406	21	287	21	335	15	192	25	215	21	319	30	166	33	252	16	174	23
16	255	9	416	13	312	12	366	9	194	17	231	34	326	12	183	13	264	12	190	19
17	259	24	435	23	320	13	373	29	203	10	232	13	371	17	191	7	268	11	193	21
18	279	33	436	13	330	32	376	20	209	9	251	17	374	29	197	20	274	6	202	13
19	280	36	451	41	336	13	386	16	214	11	260	17	377	15	214	18	325	14	206	21
20	282	13	456	32	342	16	424	12	230	23	262	20	410	16	215	28	326	15	210	10

Контрольні питання

1. Який математичний апарат можна використовувати для визначення необхідного числа реалізацій при моделюванні?
2. Якими перевагами і недоліками володіє метод імітаційного моделювання?

Практична робота №5

«МОЗГОВИЙ ШТУРМ» З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТ-КАРТ

Мета роботи

Основною метою даної практичної роботи є:

- 1) поглиблення теоретичних знань;
- 2) освоєння методики побудови інтелект-карт при проведенні «мозкового штурму» створення проекту технологічної лінії з виробництва бетонних виробів.

Загальні положення

Поштовхом до широкого розвитку і використанню інтелект-карт послужило видання в 1974 р книги Тоні Бьюзена «Працюй головою». Після цього вони стали звичним інструментом роботи багатьох інтелектуальних працівників країн Західної Європи та США.

Лінійне подання інформації у вигляді тексту не до кінця використовує можливості нашого мозку по сприйняттю згрупованої і пов'язаної інформації, яка містить в собі смислові кольори, малюнки, схеми, типові зв'язку, так як задіє тільки ліва півкуля головного мозку. При роботі з картами додатково задіюється кора правої півкулі, що відповідає за сприйняття наочних і кольорових образів і творчу діяльність. Завдяки цьому візуалізована інформація сприймається набагато швидше і пам'ятається довше.

Наш мозок в силу свого пристрою працює з інформацією асоціативно, а не лінійно. При цьому у нас в голові створюються образи, завдяки яким ми і розуміємо інформацію. Таким чином, представляючи інформацію у вигляді інтелект-карт, ми сильно спрощуємо роботу свого мозку по її сприйняттю.

В теорії управління з'явився навіть термін «майнд-менеджмент», в якому апріорі використовуються інтелект-карти для розв'язання бізнес-задач і прийняття рішень. Алгоритм «майнд-менеджменту» полягає в наступному: народження ідеї → мозковий штурм → структурування та аналіз інформації (створення інтелект-карти) → дія → результат.

Рекомендації, щодо створення інтелект-карт

1. Створення інтелект-карти починається з центральної ідеї.
2. Інформація зчитується по колу, починаючи з центру карти і продовжуючи з правого верхнього кута і далі за годинниковою стрілкою. Це правило прийнято для читання всіх інтелект-карт. Якщо ви задаєте іншу послідовність, позначайте черговість читання порядковими цифрами.
3. Слід використовувати малюнки для передачі і кращого сприйняття ідей. Зоровий образ запам'ятовується на довгий час, сприймається з максимальною швидкістю, формує величезну кількість асоціацій.

4. Для спрощення сприйняття і прискорення зчитування інформації використовують різні кольори (табл.5.1).

Таблиця 5.1 - Значення і швидкість сприйняття кольорів

Колір	Значення	Швидкість сприйняття
Червоний	Колір, що найбільш швидко сприймається. Максимально фокусує увагу. Повідомляє про небезпеку, проблеми, які можуть виникнути, якщо не звернути на нього увагу.	Висока
Синій	Строгий, ділової колір. Налаштовує на ефективну тривалу роботу. Відмінно сприймається більшістю людей.	Середня
Зелений	Колір свободи. Розслаблюючий, заспокійливий колір. Позитивно сприймається більшістю людей. Але його значення сильно залежить від відтінків («енергійний смарагд» очей або «туга зелена» в лікарнях радянського типу)	Низька
Жовтий	Колір енергії, колір лідерства. Дуже дратівливий колір, на який неможливо не звернути увагу.	Висока
Коричневий	Колір землі, найтепліший колір. Колір надійності, сили, стабільності, впевненості.	Низька
Оранжевий	Дуже яскравий, провокаційний колір. Колір ентузіазму, нововведення, збудження, енергії, динаміки. Відмінно привертає увагу.	Висока
Блакитний	Колір ніжності, колір романтики. Відмінний фоновий колір. В англійській мові немає окремого слова для цього кольору (blue розуміється як і синій, і блакитний). У нас цей колір позначає звичайно свободу руху: до моря, до неба, до мрії.	Низька
Чорний	Строгий, обмежуючий колір. Ідеальний для написання тексту, створення границь.	Середня

5. Необхідно використовувати ключові слова. Інформація, яка подана у вигляді ключових слів, пов'язаних наочно один з одним, змушує мозок працювати максимально швидко. Коли ви читаєте лише ключові слова, у вас з'являється відчуття незавершеності, що викликає безліч нових асоціацій, які продовжують інтелект-карту.
6. Використання сполучних гілок допомагає нашому мозку з максимальною швидкістю структурувати інформацію і створювати цілісний образ. Використовують не більше ніж 7 ± 2 відгалуження від кожного об'єкта, а краще - не більше 5-7, так як таку карту зможе легко сприймати навіть втомлена людина.
7. Зв'язки головного топіка показують за допомогою лінії, потовщуючи її у підстави і поступово звужуючи у підлеглого топіка. Якщо топіки з сусідніх

гілок пов'язані один з одним, їх з'єднують стрілками. Для позначення од-носмислових груп використовують групування.

Зразки інтелект-карт наведені на рис. 5.1.

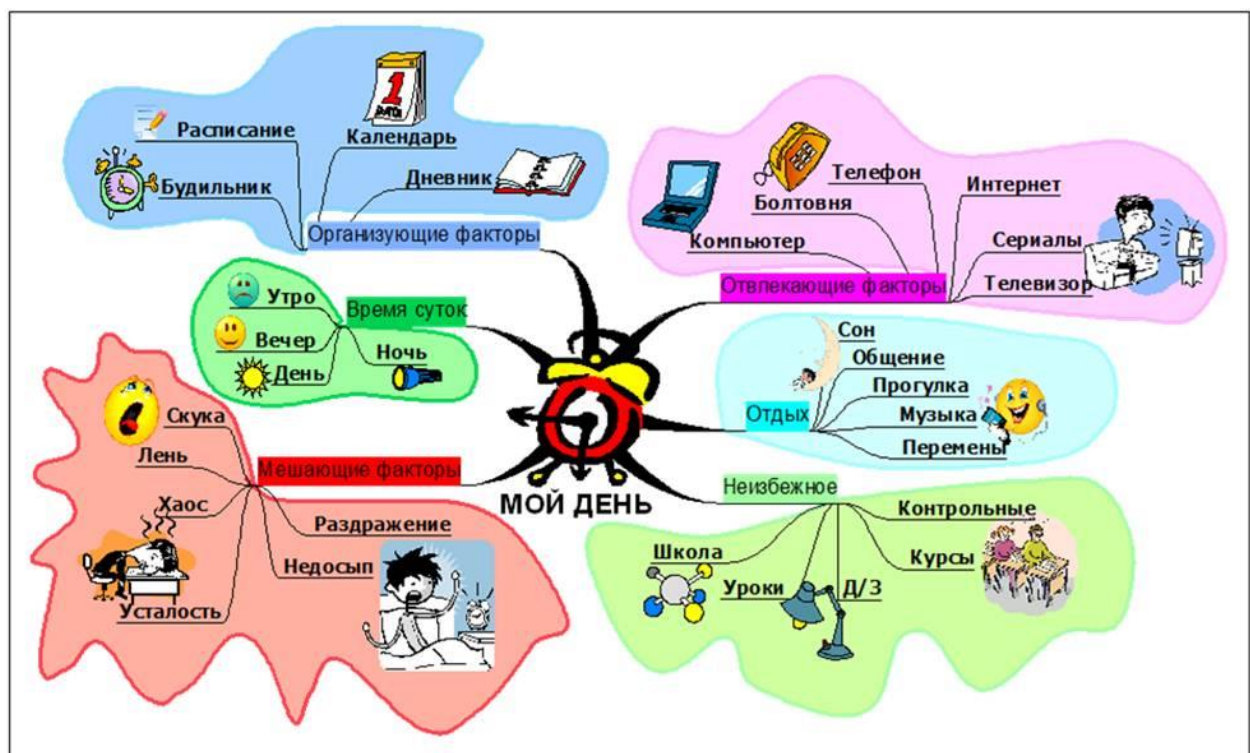
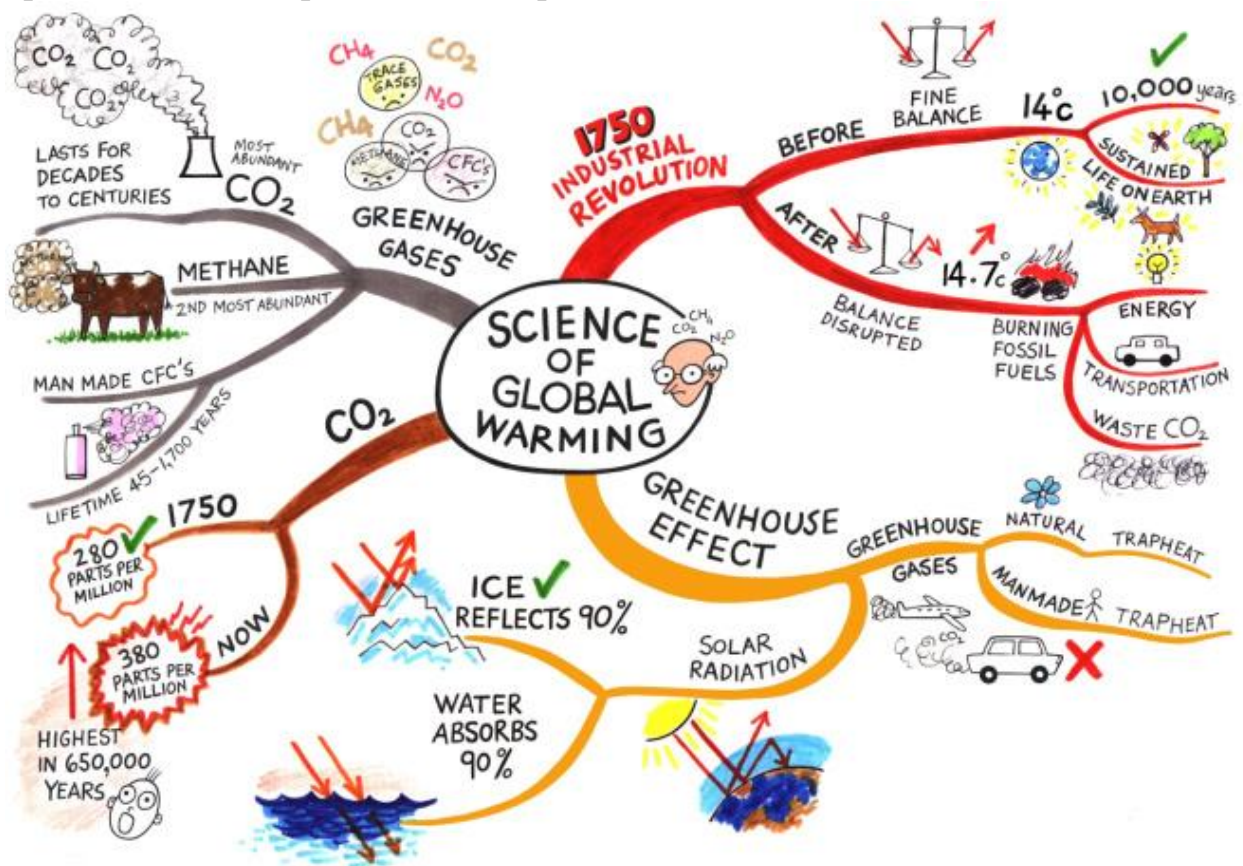


Рис.5.1. Зразки інтелект-карт

Послідовність виконання практичної роботи

1. Вибір теми.

На цьому етапі - задається загальний напрямок, створюється центральний образ, що символізує основну ідею. Важливо чітко задати рамки, критерії, цілі. Щоб ідеї, що у ході мозкового штурму працювали саме на ту задачу, яку хочемо вирішити.

Центральний образ - одне з ключових понять у створенні інтелект-карт, без якого неможливе створення ключових асоціацій, з яких і буде побудована інтелект-карта. Центральний образ повинен бути найяскравішим об'єктом, тому що він буде центром уваги, основною метою створення інтелект-карти. Для цього максимально чітко ставиться задача, при створенні центрального образу використовуються найбільш надихаючі кольори і малюнки.

2. Індивідуальна мозкова атака.

Метод мозкового штурму - оперативний метод експертного оцінювання та розв'язання проблеми на основі стимулювання творчої активності, при якому учасникам обговорення пропонують висловлювати якомога більшу кількість варіантів рішення, у тому числі самих фантастичних. Потім із загального числа висловлених ідей відбирають найбільш вдалі, які можуть бути використані на практиці. На практиці, звичайно спостерігається зворотний ефект - через наявність великого числа людей, хтось промовчить, комусь не дадуть сказати, хтось перетягне на себе увагу, хтось відведе обговорення в нетрі ... і групова активність тільки заважає.

Студенти, отримавши задачу, усамітнюються, розмірковують над завданням і записують всі прийшли ідеї як чернетку інтелект-карти.

3. Складання колективної інтелект-карти.

Після створення індивідуальних інтелект-карт студенти збираються разом і створюють загальну інтелект-карту, на якій записують всі ідеї, які є на індивідуальних картах. При необхідності на карті можна ввести гілку «божевільні ідеї». Узгоджуються кольору, символи, коди, які використовуватимуться в загальній карті.

В результаті створюється велика інтелект-карта, яка об'єднує ідеї кожного з учасників. Якщо в ході малювання виникають нові ідеї, то їх дописують в карту.

4. Друга редакція.

Повторюються етапи 2 і 3.

На етапі 4 кожен учасник мозкового штурму вже має в якості матеріалу: свою карту, карти своїх напарників, загальну карту.

На основі всього цього студент створює ще раз свою карту, записуючи на неї свої ідеї та думки з приводу обговорюваної теми.

Потім знову створюється загальна карта, об'єднуючу всю інформацію, яку вдалося зібрати з приводу обговорюваної проблеми.

5. Аналіз і прийняття рішення.

На цьому етапі проводиться обговорення проблеми згідно загальної інтелект-карти і приймаються рішення для її розв'язання.

6. При виконанні практичної роботи група студентів ділиться на дві підгрупи, яким видається завдання - створення інтелект-карти технології виготовлення прозорого бетону і бетонного каное.

Зміст звіту

Звіт по практичній роботі повинен містити:

- Цілі виконання практичної роботи;
- Загальні положення;
- Інтелект-карта розробки проекту технології бетонних виробів;
- Висновки.

Контрольні питання

1. Області застосування інтелект-карт.
2. Основні принципи побудови інтелект-карт.
3. Роль кольору і малюнків в сприйнятті інформації.

Список рекомендованої літератури

1. Анфилатов В. С., Емельянов А. А., Кукушкин А. А. Системный анализ в управлении. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 368 с.
2. Ладанюк А.П. Основы системного анализа. Навч. посібник. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 176 с.
3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. – М.: ВШ, 1989. – 367 с.
4. Сорока К.О. Основы теории систем і системного анализа. – Харків: ПП Тимченко, 2005. – 288 с.
5. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ. – К.: МАУП, 2003. – 368с.
6. Шарапов О.Д. Системный анализ: Навч. посібник. – К.: ВШ, 1993. – 303с.
7. Моисеев Н.Н. Математические основы системного анализа. – М.: Наука, 1981.– 487 с.
8. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. – М.: ВШ, 1989. – 367 с.
9. Майнд-менеджмент: Решение бизнес-задач с помощью интелект-карт / Сергей Бехтерев; Под ред. Глеба Архангельского. — М.: Альпина Паблшерз, 2009. — 308 с.