Лабораторна робота №1

Дослідження впливу умов експлуатації на ефективність роботи транспортних машин

Мета роботи: дослідження впливу умов експлуатації на ефективність роботи транспортних машин та розрахунок річної продуктивності вантажних автомобілів і автобусів.

Порядок виконання роботи

Теоретичні відомості

Ефективність роботи будь-яких транспортних машин в загальному вигляді можна оцінювати основними і додатковими показниками (рис. 1). До основних відносяться продуктивність, собівартість і безпека руху, до додаткових - витрата палива і екологічна безпека.

Швидкість руху, як видно з наведеного рисунка, залежить від умов експлуатації (дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні, культура праці) і динамічних якостей машин (максимальна потужність, максимальна швидкість, маневреність). У свою чергу швидкість руху робить вирішальний вплив на основні і додаткові показники ефективності роботи машин.

Розглянемо більш детально показники ефективності транс-кравців машин на прикладі автомобілів.

Річна продуктивність вантажних автомобілів у тоннах і тонно-кілометрах визначається за формулами:

$$P_{Г} = \frac{Д_{Г} \cdot \alpha_{B} \cdot T_{H} \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_{a}}{\ell_{Г} + V_{a} \cdot \beta \cdot t_{пр}} \quad т / рік$$

і $$W_{Г} = \frac{Д_{Г} \cdot \alpha_{B} \cdot T_{H} \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_{a} \cdot \ell_{Г}}{\ell_{Г} + V_{a} \cdot \beta \cdot t_{пр}} \quad т \cdot км / рік,$$

де ДГ - кількість робочих днів у році; α_{B} - коефіцієнт випуску автомобілів на лінію; Тн - час в наряді на добу, год; q – вантажопід’ємність автомобіля, т; γ - коефіцієнт використання вантажопід’єності, β- коефіцієнт використання пробігу; Va - середня технічна швидкість руху, км / год; $\ell_{Г}$ - довжина завантаженої їздки, км;

З наведених формул видно, що продуктивність вантажних автомобілів зі збільшенням кількості робочих днів у році (ДГ), часу в наряді (Тн), вантажопідйомності і коефіцієнта виконання вантажопід'ємності зростає за законом прямої лінії.

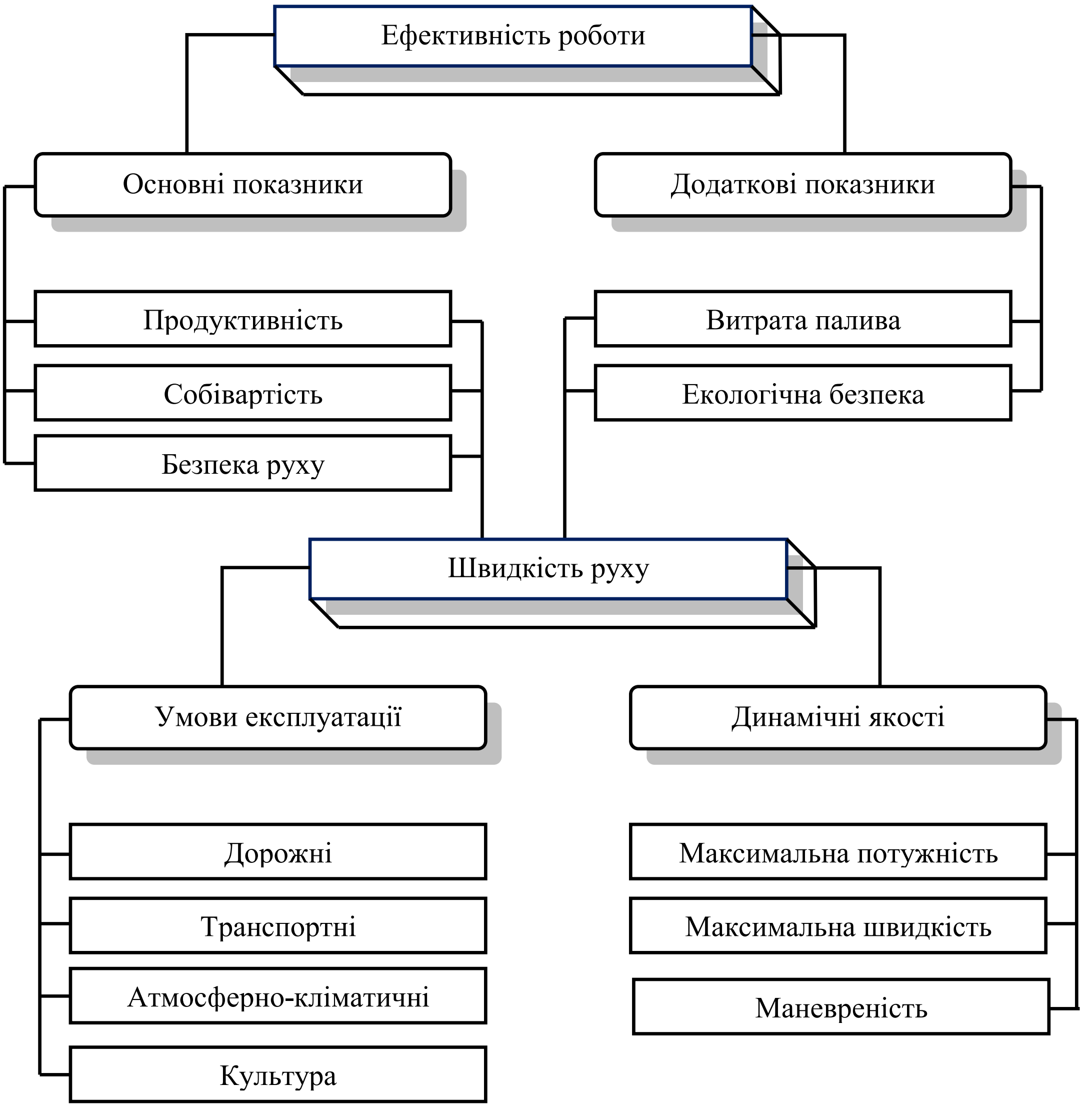


Рис. 1. Ефективність роботи будь-яких транспортних машин

Виробництво в $т \cdot км$ / рік і т/ рік із збільшенням середньої технічної швидкості (Va) і коефіцієнта використання пробігу (β) зростає за законом гіперболи. З цього ж закону змінюється продуктивність в $т \cdot км$ / рік в залежності від довжини навантаженому їздки ($\ell_Г$).

У залежності від часу простою під навантаженням і розвантаженням ($t_{пр}$) продуктивність Рг і Wг знижується за законом гіперболи. Також змінюється продуктивність Wг в залежності від довжини їздки $\ell_Г$.

Річна продуктивність автобусів в пасажирах або пасажиро-кілометрах визначається за формулами:

$$P_a = \frac{Д_Г \cdot \alpha_В \cdot T_Н \cdot q_a \cdot \gamma_a \cdot \beta \cdot V_a}{\ell_a + V_a \cdot \beta \cdot t_a} \; пас./ рік$$

$$W_a = \frac{Д_Г \cdot \alpha_В \cdot T_Н \cdot q_a \cdot \gamma_a \cdot \beta \cdot V_a \cdot \ell_a}{\ell_a + V_a \cdot \beta \cdot t_a} \; пас. \cdot км / рік,$$

де ДГ, Тн, qa, β, ℓ_a, Va і t_a - відповідно кількість робочих днів у році, час в наряді, місткість автобуса, коефіцієнт використання місткості автобуса, коефіцієнт використання пробігу, середня технічна швидкість, довжина маршруту автобуса, сумарний час стоянок автобуса на проміжних і кінцевих зупинках.

Річна продуктивність легкових автомобілів (таксі) визначається за формулами:

$$P_T = \frac{Д_Г \cdot \alpha_В \cdot T_Н \cdot q_T \cdot \gamma_T \cdot \beta \cdot V_E}{\ell_П} \; пас./ рік$$

$$W_T = Д_Г \cdot \alpha_В \cdot T_Н \cdot q_T \cdot \gamma_T \cdot \beta \cdot V_E \; пас. \cdot км / рік,$$

де ДГ - кількість днів роботи таксі в рік; Тн - кількість годин у наряді на робочий день; q_T - кількість місць в таксі; γ_T - коефіцієнт наповнення таксі; β - коефіцієнт використання (платного) пробігу; Vз - середня експлуатаційна швидкість, км / год; $\ell_П$ - середня відстань поїздки пасажира, км.

При подальшому аналізі будемо розглядати формулу продуктивності в т · км / год в такому вигляді

$$W_T = \frac{q \cdot \gamma \cdot}{\left[\frac{1}{V_a \cdot \beta} + \frac{t_{пр}}{\ell_Г}\right]} \; т \cdot км / год$$

Прийнявши V_a за незалежну змінну, останнє рівняння можна представити наступним чином:

$$V_a \cdot W_Г - K_V \cdot V_a + K_V{}' \cdot W_Г = 0$$

Постійні коефіцієнти K_V і $K_V{}'$ відповідно рівні

$$\frac{q \cdot \gamma \cdot \ell_Г}{t_{пр}} \quad i \quad \frac{\ell_Г}{\beta \cdot t_{пр}}.$$

Якщо початок координат вибрати так, щоб $V_0 = -K_V{}' \; i \; W_0 = K_V$, то координати будь-якої точки $(W_Г, V_a)$ в новій системі координат будуть рівні $W_Г \; i \; V_1$:

$$V_a = V_1 - K_V{}' \; i \; W_Г = W_1 + K_V.$$

Підставивши значення $W_Г \; i \; V_a$ в останню формулу виконавши всі дії, в кінцевому вигляді отримаєм рівняння рівнобічної гіперболи :

$$V_1 \cdot W_1 = -K_V \cdot K_V{}' = -\frac{q \cdot \gamma \cdot \ell^2{}_Г}{t^2{}_{пр} \cdot \beta} \; .$$

Графічне побудова залежності $W_Г \; - \; V_a$ представлено на рис. 2.

Аналогічним чином продуктивність змінюється в залежності від коефіцієнта використання пробігу β. При цьому постійні коефіцієнти

$$K_\beta = \frac{q \cdot \gamma \cdot \ell_Г}{t_{пр}} \quad i \; K_\beta{}' = \frac{\ell_Г}{V_a \cdot t_{пр}}.$$

Продуктивність зростає пропорційно вантажопідйомності автомобіля і в загальному вигляді виражається залежністю

$$W_Г = K_q \cdot q, \;\; де \; K_q = \frac{\gamma}{\left[\dfrac{1}{V_a \cdot \beta} + \dfrac{t_{пр}}{\ell_Г}\right]} \; .$$

Також змінюється продуктивність і при збільшенні коефіцієнта використання вантажопідйомності. Кут нахилу прямої, яка виходить з початку координат, визначається з виразу

$$K_\gamma = \frac{q}{\left[\dfrac{1}{V_a \cdot \beta} + \dfrac{t_{np}}{\ell_\Gamma}\right]}$$

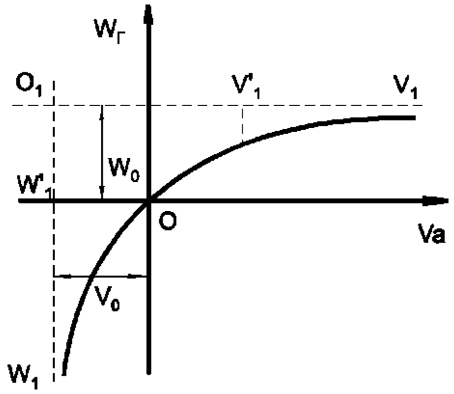


Рис. 2. Залежність продуктивності від швидкості руху автомобіля

Внаслідок того, що із збільшенням вантажопід'ємності трохи зменшується середня технічна швидкість і збільшується час простою під навантаженням - розвантаженням, між продуктивністю і вантажопід'ємністю не спостерігається строга лінійна залежність, а помітні відхилення від неї починають спостерігатися при вантажопід'ємності 8 ... 10 т.

Для аналізу впливу часу простою під навантаженням і розвантаженням на продуктивність автомобілів запишемо рівняння в наступному вигляді:

$$\left(t_{np} \cdot W_\Gamma + \frac{\ell_\Gamma}{V_a \cdot \beta} \cdot W_\Gamma - q \cdot \gamma \cdot \ell_\Gamma\right) = 0$$

Переносячи початок координат в точку 0, розміщену на вісі t на відстані $t_0 = -\dfrac{\ell_\Gamma}{V_a \cdot \beta}$ від точки 0, координати будь-якої точки $t_{np} - W_\Gamma$ в новій системі координат будуть $t_{np} = t_{np}' - \dfrac{\ell_\Gamma}{V_a \cdot \beta}$ *і* $W_\Gamma = W_1$

Підставивши ці значення в останнє рівняння, отримаємо:

$$t_{np}' \cdot W_1 = q \cdot \gamma \cdot \ell_\Gamma$$

Звідси $W_1 = \dfrac{q \cdot \gamma \cdot \ell_Г}{t'_{пр}}$.

Остання залежність також є рівнобічною гіперболою.

Умови експлуатації автомобілів роблять значний вплив на собівартість транспортної роботи. Для спрощеного аналізу собівартості можна скористатися відомим з літератури виразом:

$$C_б = \frac{1}{q \cdot \gamma} \cdot \left(\frac{R_{пер} \cdot V_a + R_{пос}}{V_a \cdot \beta} + \frac{R_{пос} \cdot t_{пр}}{\ell_Г} \right) \ коп./т \cdot км,$$

де $R_{пер}$ - змінні витрати, віднесені до 1 км пробігу; $R_{пос}$ - постійні витрати на 1 годину; $t_{пр}$ - час простою під навантаженням - розвантаженням, год; $\ell_Г$ - довжина завантаженої їздки, км.

Змінні витрати сильно залежать від швидкості та умов роботи автомобіля. Ці витрати складаються з вартості паливо-мастильних та ін експлуатаційних матеріалів, вартості шин (відновлення та ремонт), вартості профілактичного обслуговування та ремонту автомобілів, амортизаційних відрахувань, заробітної плати водіїв. Постійні витрати за 1 годину роботи автомобіля практично не залежать від його швидкості та умов роботи.

При зміні середньої технічної швидкості, відстані перевезень і коефіцієнта використання пробігу вираз для визначення собівартості можна представити такою залежністю

$$C_б = \left(\frac{a}{x} + b \right) \ коп./т \cdot км,$$

де a і b – постійні коефіцієнти, x – аналізуюча змінна величина.

При зміні, наприклад середньої технічної швидкості

$$a_V = \frac{R_{пос}}{q \cdot \gamma \cdot \beta} \ \text{і} \ b_V = \left[\left(\frac{R_{пер}}{\beta} + \frac{R_{пос} \cdot t_{пр}}{\ell_Г} \right) \cdot \frac{1}{q \cdot \gamma} \right] .$$

Загальне вираз собівартості можна представити рівнянням рівнобічної гіперболи (рис. 3). При b = 0 Сб =a / x. Так як координати вершини рівні $\sqrt{a}$, то відстань від початку координат a_1

до вершини гіперболи визначиться з виразу $a_1 = \sqrt{2a}$. Звідси коефіцієнт a рівняння рівнобічної гіперболи дорівнює половині квадрата відстані a_1. Оскільки величина a для різних значень змінюється, то кривизна гіперболи також буде змінюватися. Чим більше a_1, тим менше кривизна гіперболи.

Ефективність роботи автомобільного транспорту визначається не тільки продуктивністю і собівартістю, але і безпекою руху. Розвиток автотранспорту приносить не тільки величезні суспільні та економічні вигоди, але, на жаль, призводить і до зростання дорожньо-транспортних пригод з каліцтвами і смертю людей. Як показують спеціальні дослідження, відносна небезпечність перевезень на автомобільному транспорті вище, ніж на інших видах транспорту.

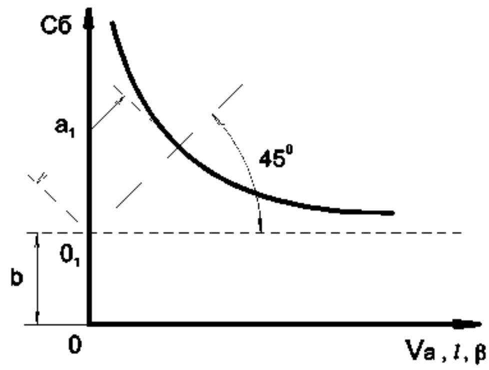


Рис. 3. Залежність собівартості від швидкості, відстані перевезень і коефіцієнта використання пробігу

З достатньою точністю число дорожньо-транспортних подій зі смертельним результатом можна визначити за формулою [7]:

$$Д_c = 0.0003 \cdot \sqrt[3]{N \cdot Ч^2}\ люд.,$$

де N - кількість автомобілів в регіоні (область, країна), Ч - чисельність населення.

Про точність останньої формули можна судити за результатами розрахунків, які наведені нижче.

Якщо наведене число транспортних засобів в Україні прийняти приблизно 8 млн. од. (4.5 млн. лег. авт., 1.5 млн. вантаж., 2 млн. тракторів, транзитні авт., мотоцикли та ін), а чисельність населення з урахуванням транзиту 55 млн. чол., то розрахункова кількість загиблих у ДТП складе:

$$Д_c = 0.0003 \cdot \sqrt[3]{8 \cdot 10^6 \cdot 55^2 \cdot 10^{12}} = 0.0003 \cdot 10^6 \cdot \sqrt[3]{8 \cdot 3000} = 300 \cdot 10 \cdot \sqrt[3]{24} = 3000 \cdot 2.9 = 8700 \ \textit{люд.},$$

За офіційними даними гине близько 9000 чол.

У Харківській обл. в рік гине понад 400 чол. При експлуатації N = 0.27 млн. авт. і населенні

Ч = 3.2 млн. чол.

$$Д_c = 0.0003 \cdot \sqrt[3]{0.27 \cdot 10^6 \cdot 3.2^2 \cdot 10^{12}} = 300 \cdot \sqrt[3]{2.7} = 3000 \cdot 1.4 = 412 \ \textit{люд.},$$

На кожну тисячу автомобілів число смертних випадків буде дорівнювати

$$Д_c' = \frac{1000 \cdot Д_c}{N} = 0.3 \cdot \sqrt[3]{Ч^2 \cdot N^2} \ \textit{люд} / 1000\textit{авт.},$$

З формули видно, що зі збільшенням чисельності транспортних засобів число загиблих на 1000 авт. буде різко знижуватися. Наприклад, при $N = 8 \cdot 10^6$ авт.

$$Д_c' = 0.3 \cdot \sqrt[3]{\frac{55^2 \cdot 10^{12}}{8^2 \cdot 10^{12}}} = 0.3 \cdot \sqrt[3]{47} = 0.3 \cdot 3.6 = 1.08 \ \textit{люд} / 1000\textit{авт.},$$

При збільшенні чисельності транспортних засобів в Україні до $16 \cdot 10^6$ авт. кількість загиблих збільшиться до 11000 чол., а Д'с знизиться до 0.7 люд./1000 авт.

У США, наприклад, при Дс = 40 тис. чол. і N = 200 млн. авт., Д'с = 0.2 люд./1000 авт.

Загальну кількість автомобілів в регіоні можна визначити, якщо сумарний обсяг перевезень розділити на середню продуктивність одного вантажного автомобіля в т / рік.

Підставивши цей вираз у формулу для визначення Дс, в закінченому вигляді отримаємо

$$Д_c = 0.0003 \cdot \sqrt[3]{\frac{Ч^2 \cdot Q_T \left(\ell_Г \cdot V_a \cdot \beta \cdot t_{пр} \right)}{365 \cdot \alpha \cdot T_H \cdot V_a \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta}} \ \textit{люд.},$$

З останньої формули видно, що із збільшенням середньої технічної швидкості кількість загиблих буде знижуватися приблизно на 20%. При Va = 60 ... 70 км / год буде мінімальне значення Дс. Надалі при зростанні швидкості, як показують спостереження, Дс буде збільшуватись. Це пояснюється тим, що при високих швидкостях ймовірність смертельного результату при ДТП значно зростає.

Таким чином, найбільший вплив на ефективність роботи автомобілів та ін. колісних машин надають середні технічні швидкості. При збільшенні швидкості руху вантажних автомобілів від 20 до 60 км / год собівартість перевезень вантажів знижується, а продуктивність збільшується майже в 2 рази. У цілому в регіоні на 15 ... 20% знижуються дорожньо-транспортні пригоди з смертельним результатом. Приблизно в два рази знижується витрата палива. Сумарний викид шкідливих речовин при збільшенні швидкості від 15 до 80 км / год знижується у 5 ... 8 разів.

Тому надалі в якості основного критерію, дозволяючого кількісно і якісно оцінювати умови експлуатації машин, приймається середня технічна швидкість.

На жаль, середньо-технічним швидкостям поки що не приділяється належна увага. Швидкість відноситься до числа, які враховуються, але не основних показників роботи рухомого складу. На автомобілях до цих пір не встановлюються прилади, що дозволяють з достатньою точністю визначати середні технічні швидкості. Тому практично вони визначаються дуже приблизно. Майже всі діючі норми і нормативи не враховують зміни швидкостей руху, хоча насправді вони дуже сильно впливають на основні показники роботи різних машин. Проблемі збільшення швидкостей руху необхідно приділяти особливу увагу. Швидкість - це слабо використовуємий резерв, який може значно активізувати роботу машинного парку і компенсувати сповільнившийся, по ряду причин, зріст інших параметрів (коефіцієнт використання пробігу і вантажопід’ємності, час у наряді та ін), які в минулі роки надавали вирішальний вплив на зростання продуктивності і зниження собівартості перевезень. Діючі нормативи швидкостей явно не стимулюють водіїв на боротьбу за високі показники роботи рухомого складу.

Приклад розв’язування задачі і побудова графіків залежності.

1. Складаємо таблицю даних, що потрібні для розрахунків.

$Д_г$	305
$\alpha_в$	0,8
γ	0,7
$Т_н$	7
q	6,5
$t_{пр}$	2

2. Потім вибираємо з проміжку по чотири значення кожної величини.

β	0,6	Va	60	$l_Г$	210
β	0,7	Va	65	$l_Г$	230
β	0,8	Va	70	$l_Г$	250
β	0,9	Va	75	$l_Г$	270

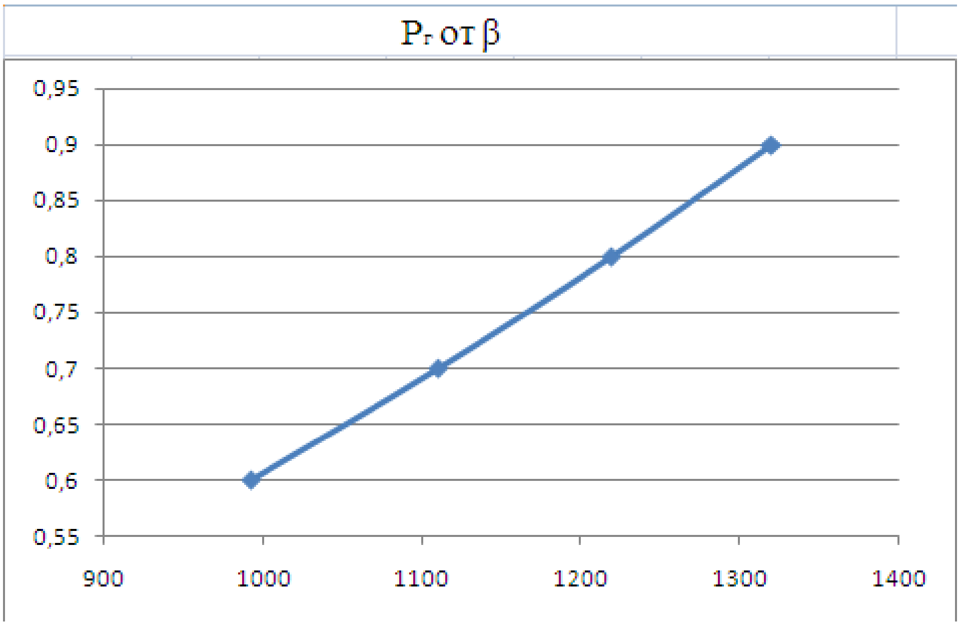
3. Розраховуємо формули для кожного з значень.

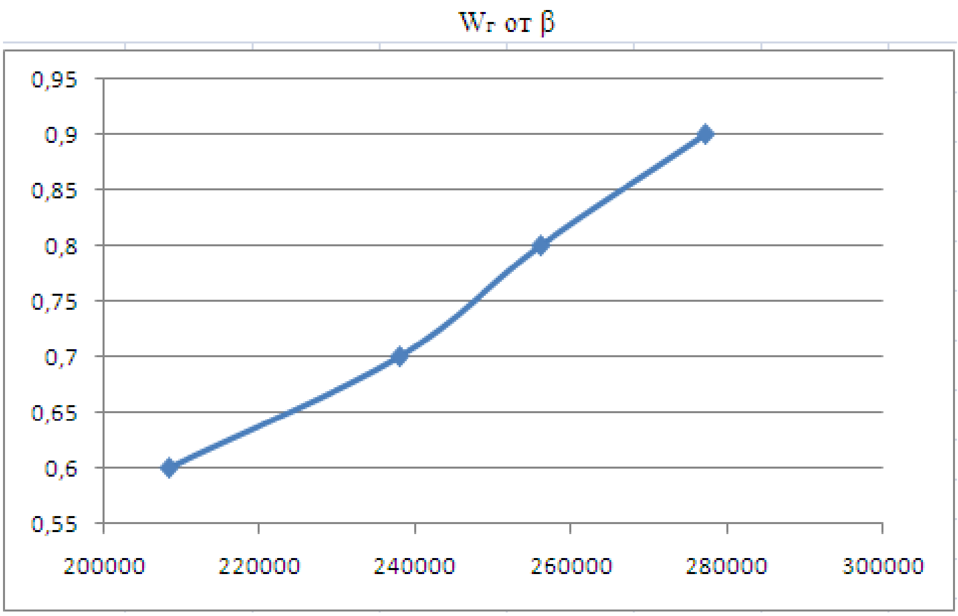
- змінна β

змінна β

1	$P_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	992,0936	1	$W_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	208339,7
2	$P_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	1110,2	2	$W_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	237999,1
3	$P_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	1219,043	3	$W_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	255999,1
4	$P_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	1319,672	4	$W_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	277131,1

Графіки залежності по змінній β



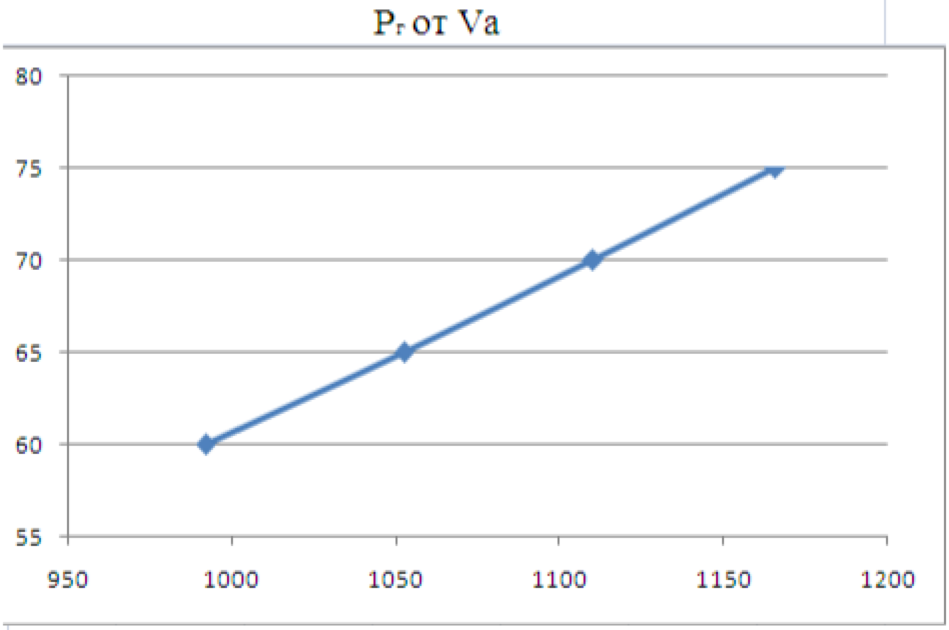


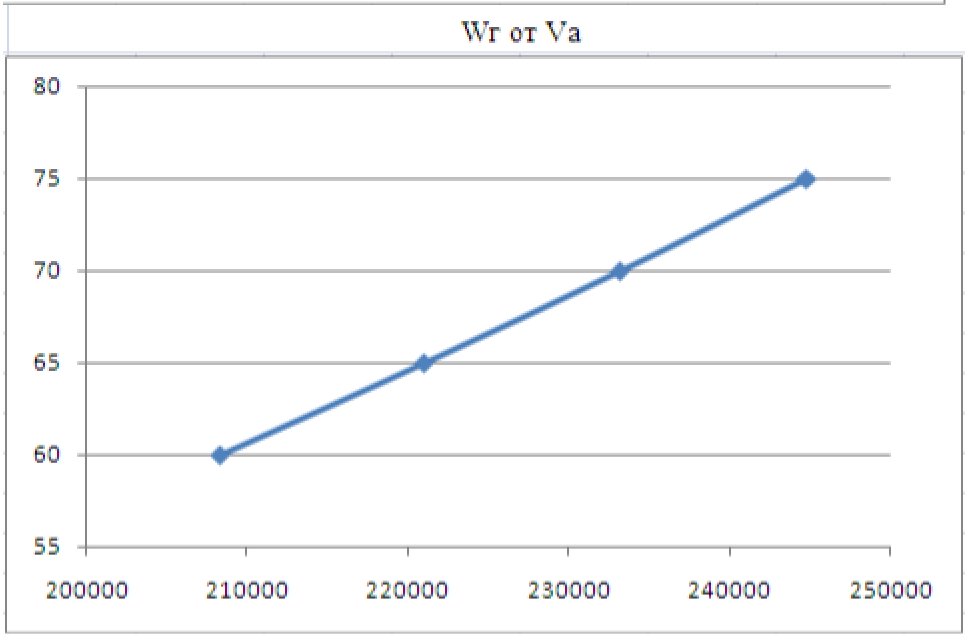
- змінна Va

змінна Va

$P_г = \frac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	992,0936	1	$W_г = \frac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	208339,7
$P_г = \frac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	1052,377	2	$W_г = \frac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	220999,2
$P_г = \frac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	1110,2	3	$W_г = \frac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	233142
$P_г = \frac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	1165,71	4	$W_г = \frac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	244799,1

Графіки залежності по змінній Va



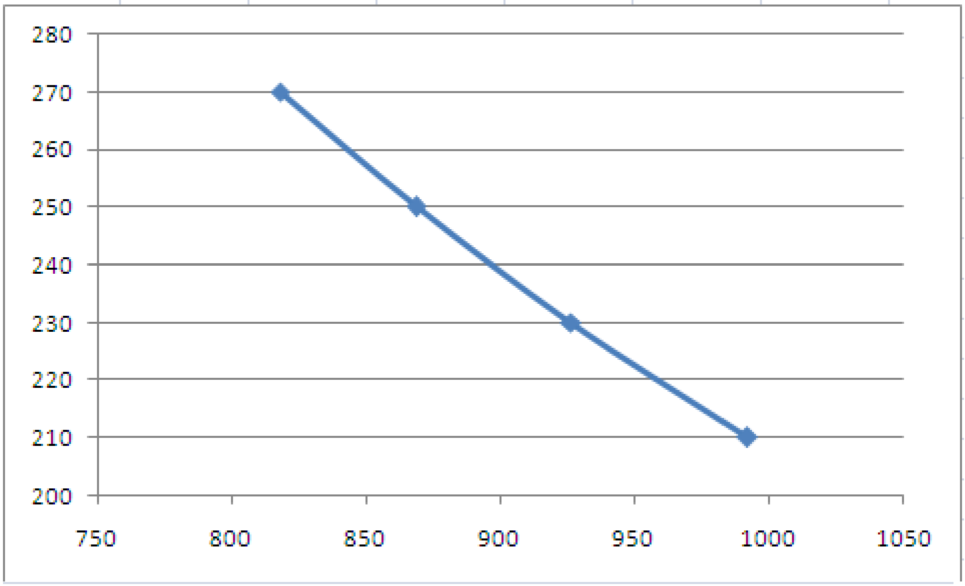


- змінна $l_Г$

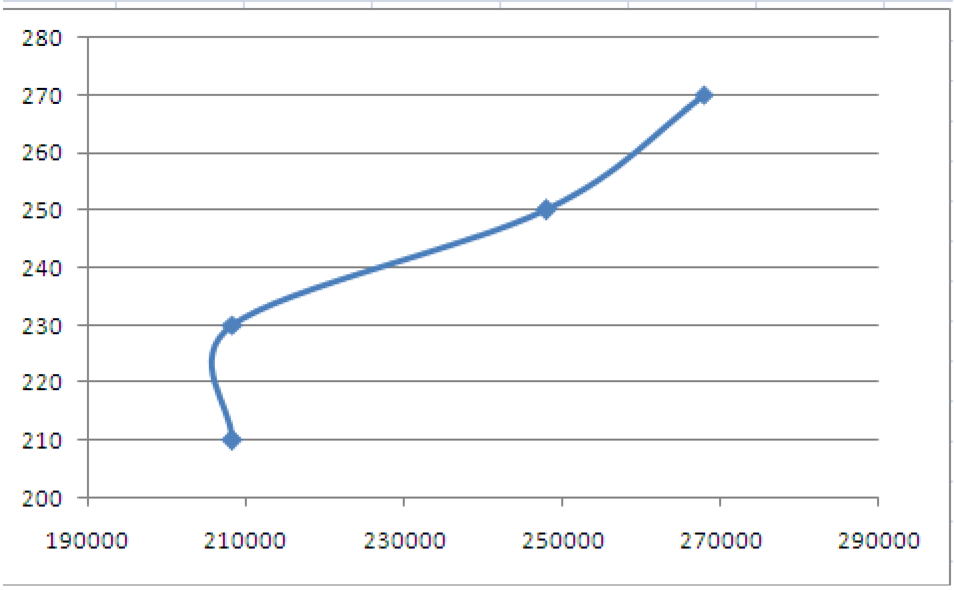
змінна lг					
1	$P_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	992,0936	1	$W_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	208339,7
2	$P_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	926,3921	2	$W_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	208339,7
3	$P_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	868,8522	3	$W_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	248023,4
4	$P_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	818,0421	4	$W_г = \dfrac{Д_г \cdot \alpha_в \cdot T_н \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_a \cdot l_г}{l_г + V_a \cdot \beta \cdot t_{пр}} =$	267865,3

Графіки залежності по змінній $l_Г$

Pг от lг



Wг от lГ



Завдання для виконання роботи
Отримавши варіант з проміжку потрібно вибирати чотири значення для побудови графіків.

№ варіанту	Va	β	$l_Г$
1	45-65	0,6-0,8	120-220
2	65-80	0,8-0,9	140-180
3	60-90	0,7-0,9	200-300
4	40-60	0,5-0,8	220-330
5	80-95	0,8-0,95	170-260
6	85-100	0,6-0,8	150-220
7	75-95	0,4-0,6	280-360
8	90-105	0,8-0,95	190-340
9	65-80	0,7-0,95	300-400
10	70-90	0,6-0,8	180-260
11	75-90	0,8-0,9	260-320
12	90-105	0,7-0,9	120-240
13	85-95	0,6-0,9	200-340
14	80-95	0,7-0,9	190-250
15	75-95	0,6-0,8	220-320
16	60-90	0,7-0,9	180-240
17	65-90	0,6-0,8	240-320
18	70-90	0,8-0,95	170-240
19	65-85	0,7-0,8	340-440

Контрольні запитання

1. Якими показниками оцінюється ефективність транспортних машин?
2. Від яких показників залежить збільшення продуктивності вантажних автомобілів та за яким законом відбувається зростання?
3. Які коефіцієнти впливають на продуктивність?
4. Що таке собівартість транспортної роботи та які фактори впливають на її величину?
5. Які фактори впливають на ефективність роботи автомобільного транспорту та як вона визначається?

Лабораторна робота №2

Прогнозування рівня продуктивності автомобіля евристичними методами

Мета роботи: вивчити методику евристичного методу прогнозування та розрахувати продуктивність автомобіля.

Теоретичні відомості

Різні інструментальні методи прогнозування ще не набули широкого застосування на практиці. Тому при плануванні роботи автомобілів досить часто використовуються евристичні методи, які базуються на врахуванні думок (ерудиції, інтуїції) фахівців (експертів) у даній галузі знань.

Евристичне прогнозування виключає можливість грубих помилок. Завдяки здатності людського мозку (на відміну від ЕОМ) оперувати з нечітко окресленими поняттями, людина інтуїтивно шляхом порівняння величин і фактів з безлічі можливих варіантів, відкидаючи другорядне і несуттєве, знаходить головне. Евристичне прогнозування зводиться до усереднення результатів оцінки, висловлюваних групою експертів.

Розглянемо приклад евристичного прогнозування добової продуктивності автомобіля і виконаємо статистичну обробку експертних даних. Результати опитувань шести експертів наведені в таблиці 1 ($\overline{L}$ = 20.4; σ = 4.4; υ = 0.21). Приймаємо, що між мінімальними і максимальними значеннями розподіл одномірний. Середня експертна оцінка продуктивності (точковий прогноз всіх експертів) визначається за формулою:

$$\overline{L} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{(L_{i_{\max}} + L_{i_{\min}})}{2}.,$$

Середньоквадратичне відхилення для кожного експерта при такому вигляді розподілу:

Таблиця 1

Номер експерта	Продуктивність, т		$\overline{L}$	σ_1	$(\overline{L}_1/\overline{L}$ - 1)	Оцінка
	min	max				
1	15.0	16.0	15.5	0.29	- 0.25	Обережний
2	25.0	32.0	28.5	2.00	+ 0.40	Сміливий
3	20.0	22.0	21.0	0.58	+ 0.03	Об’єктивний
4	18.0	20.0	19.0	0.58	- 0.07	Об’єктивний
5	18.0	19.0	18.5	0.29	- 0.08	Об’єктивний
6	17.0	23.0	20.0	1.74	- 0.02	Об’єктивний

Середньоквадратне не відхилення для узагальненого думки всіх експертів:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} (\overline{L_1} - \overline{L})^2},$$

де L_1; - середнє значення прогнозу і-го експерта.

Ступінь одностайності експертів щодо середньої експертної оцінки характеризується коефіцієнтом варіації υ = σ / L. Компетентність експертів можна прогнозувати за величиною $(\frac{\overline{L_1}}{L} - 1)$. Якщо ця величина менше нуля, експерт обережний, більше - експерт сміливий, приблизно дорівнює 0 об'єктивний, якщо велика (більше 1) - малограмотний.

Приклад розрахунку:

1. Розраховуємо середню оцінку кожного експерта:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} (\overline{L_1} - \overline{L})^2},$$

Варіанти завдання:

1.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	13	17
2	18	21
3	14	16
4	20	23
5	24	31
6	12	14

2.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	11	15
2	23	30
3	25	33
4	15	19
5	16	18
6	21	24

3.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	10	17
2	12	18
3	25	30
4	32	35
5	20	21
6	24	26

4.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	11	16
2	31	33
3	14	15
4	19	21
5	23	26
6	19	22

5.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	17	22
2	18	20
3	27	30
4	26	29
5	10	15
6	13	14

6.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	11	14
2	19	24
3	26	27
4	28	31
5	12	15
6	16	18

7.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	21	24
2	23	27
3	15	18
4	9	11
5	33	37
6	29	34

8.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	30	34
2	9	13
3	17	18
4	27	29
5	24	26
6	19	23

9.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	32	33
2	17	19
3	15	17
4	14	17
5	22	24
6	18	20

10.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	17	20
2	18	21
3	13	15
4	29	31
5	16	18
6	24	25

11.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	35	40
2	34	35
3	27	28
4	15	17
5	12	14
6	18	21

12.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	21	22
2	21	24
3	17	18
4	12	14
5	15	18
6	10	11

13.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	11	13
2	28	30
3	34	36
4	12	13
5	22	24
6	21	23

14.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	14	17
2	13	19
3	21	23
4	24	25
5	27	29
6	31	33

15.

Номер експерта	Продуктивність, т	
	min	max
1	35	36
2	11	12
3	14	18
4	27	32
5	22	26
6	19	20

Лабораторна робота №3

Багатокритерійне рішення задачі вибору системи доставки вантажів

При ухваленні рішень по концепції системного аналізу усі рішення зводяться до вибору оптимальної альтернативи серед множини допустимих засобів досягнення поставленої мети. Дійсно, такий підхід часто суб'єктивно сприймається як мета(тобто мета полягає в оптимізації системи по заданому критерію).

Проте в реальних складних системах таких цілей, як правило, виявляється декілька. Можуть переслідуватися одночасно декілька цілей, які часто є суперечливими. При проектуванні складних систем, таких, як системи доставки вантажів, неможливо визначити одну мету або навіть встановити жорстку ієрархію цілей. Тому замість жорсткої моделі необхідно використати "м'яку" модель, основна ідея якої заключається в "компромісі" між різними цілями, в знаходженні рішень, які в якійсь мірі задовольняли б усім висуненим вимогам(тобто повністю не задовольняли б персонально жодної з них). Цей підхід виник від розуміння того, що в багатьох випадках бракує інформації для лінійного ранжирування рішень і можна лише здійснити групове ранжирування.

Необхідно також відмітити, що при реалізації цього компромісного підходу можуть виникнути певні труднощі. Лице, приймаюче рішення(ЛПР), далеко не завжди може об’єктивно оцінити рівень якості отриманого рішення, а тим більше вибрати з декількох рішень найкраще. Вибір хорошого варіанту можливий тільки в тих випадках, коли використані коректна модель і алгоритм вибору.

Розглянемо метод вибору системи доставки вантажів за наявності декількох критеріїв на основі нечітких множин.

Постановка завдання представляється таким чином. Нехай задана безліч можливих варіантів доставки X:

$$X = \{x_1, x_2, ..., x_i, ..., x_n\}.$$

Кожен варіант характеризується множиною параметрів оцінки якості Y :

$$Y = \{y_1, y_2, ..., y_i, ..., y_n\}.$$

Між кожним членом великої кількості X і кожним членом множини Y має місце нечітке відношення, позначене через xy або μ_{ij}. Іншими словами, μ_{ij} відбиває рівень відповідності i-го варіанта доставки вимогам по j-ому параметру ($\mu_{ij} \in [0,1]; i = 1,...,n; j = 1,...,m$). Якщо зібрати разом усі нечіткі стосунки між x_i і $y_{j.}$ і те отримаємо матрицю нечітких стосунків R розміром nm:

$$R = \left\{ \mu_{ij} \middle| i = 1,...,n;\ j = 1,...,m \right\},$$

Вимагається вибрати кращий варіант x* із множин X.

Постановку завдання вибору системи доставки вантажів можна записати в наступному виді:

$$x^* = opt(X.Y.R.M). \qquad (5.15)$$

де М - використовувана модель рішення задачі, вибрана особою, що приймає рішення(ЛПР). Залежно від використовуваної моделі результати рішення поставленої задачі можуть бути різними при одних і тих же початкових даних.

Розглянемо конкретні моделі ухвалення рішення при виборі системи доставки вантажів. Процес ухвалення рішень найбільш часто характеризується однією з наступних ситуацій :

1) ЛПР не має в розпорядженні інформації про обмеження на значення параметрів і інформації про рівень їх важливості. Застосовується модель максиминной свертки для вирішення завдання;

2) ЛПР вибирає варіант, що забезпечує значення усіх параметрів не гірше за потрібних. Ця ситуація відповідає моделі абсолютного рішення

3) ЛПР може вказати бажані обмеження за деякими основними параметрами. Це модель основного параметра;

4) ЛПР здатний ранжирувати параметри по рівню їх важливості і визначити долю впливу кожного параметра на загальне рішення. У цій ситуації використовується модель компромісне рішення;

5) остання ситуація характеризується як поєднання другої і четвертої ситуації. ЛПР шукає оптимальне рішення на основі компромісної моделі, при цьому враховує деяке обмеження на значення параметрів. Ця модель називається моделлю еталонного порівняння.

Розглянемо ці моделі більш детально.

Модель максимальноъ згортки. Сутність моделі полягає в наступному: оптимальним вважається варіант, що має мінімальні недоліки за всіма параметрами. Дана модель заснована на операції перетину нечітких множин:

$$D = y_1 \cap y_2 \cap ..... \cap y_m, \qquad (5.16)$$

де D - кінцева оцінка якості варіанту, певна операци ¬ їй перетину приватних параметрів y_j, j = 1,. -, m.

Операція перетину нечітких множин може бути реалізованавана різними способами. Зазвичай цієї операції відповідає взяття мінімуму:

$$\mu_D(x_i) + \min \mu_{ij},\ j = 1,...,m. \quad (5.17)$$

Завдання (5.15) перетвориться в наступний вигляд:

$$x^* = \{x_k \mid x_k \in X;\ \mu_D(x_k) = \max \mu_D(x_k), i = 1,...,n.\}, \quad (5.18)$$

В алгоритм розв'язання задачі (5.18) входять наступні кроки.

Крок 1. Для кожного варіанту я:, обчислюється значення кінцевої оцінки якості ц D (х,) за формулою (5.17).

Крок 2. Визначається максимальне значення кінцевої оцінки якості:

$$\mu_D(x_k) = \max \mu_D(x_i), i = 1,...,n.$$

Варіант $x_к$ є рішенням задачі (5.18).

Недоліки моделі: модель є реалізацією песимиститичного підходу, який ігнорує хороші оцінки варіантів. Вариант, який має високі оцінки за деякими параметрами і низьку оцінку хоча б тільки по одному параметру, оцінюється як вариант з низьким рівнем якості в кінцевому підсумку.

Переваги моделі:

- модель і алгоритм її вирішення досить прості; «при використанні моделі потрібен мінімальний обсяг вхідної інформації»;

-використання даної моделі завжди дає рішення. Модель абсолютного вирішення. При застосуванні даної моделі особою, що приймає рішення (ЛІР), задається мінімальне допустиме значення $m_j$min дам кожного параметра Y_j. Математична запис задачі (2.15) має наступну форму:

$$x^* = \left\{x_k \mid x_k \in X;\ \mu_{kj} \ge \mu_j^{\min} \nabla_j = 1,...,m.\right\}, \quad (5.19)$$

Алгоритм рішення задачі (5.19) має наступні кроки:

Крок 1. Встановлюється мінімальне допустиме значення $\mu_j^{\min}$ параметра Y_j: $\mu_j^{\min} \in [0,1]$, $j = 1,..., m$.

Крок 2. Розглядаються варіанти x_i безлічі x, починаючи з першого варіанту x_1 .

$\mu_j^{\min}$ Крок 3. Перевіряється умова μ_{ij} I $\mu_j^{\min}$, починаючи j=1.

Якщо умова виконується, то переходимо до шаха 4, інакше переходимо до кроку 6.

Крок 4. Визначається, чи всі параметри перевірені для варіанта x_j.

Якщо j <m, то повторюємо крок 3 для наступного параметра (j= + 1), (всі параметри перевірені) переходимо до кроку 5.

Крок 5. Включається варіант в безліч X*.

Крок 6. Визначається, чи всі варіанти перевірені.

Якщо $i < n$, то повторюємо крок 2 для наступного варіанта ($i = i + 1$), інакше (всі варіанти перевірені) переходимо до кроку 7.

Крок 7. Перевіряється порожнеча безлічі X*.

Якщо $X^* \neq 0$, тобто жоден варіант не відповідає всім обмеженням, то переходимо до кроку 8, інакше переходимо до кроку 9.

Крок 8. Перед ОПР є два способи вийти з положення:

1) пом'якшити обмеження на один або декілька параметрів та повернутися до кроку 2 для перегляду варіантів;

2) розширити безліч X, тобто знайти нові варіанти: г X, і повернутися до кроку 2 д ля розгляду нових варіантів.
Крок 9. Релі безліч X * містить тільки один варіант, то рішення за ачи закінчується, в іншому випадку (мається декілька варіантів) у ОПР є два наступні шляхи:

1) пом’якшити один з варіантів множини X* і закінчити розв’язок завдання;

2) посилити обмеження на один або декілька параметрів та повернутися до кроку 2 для перегляду варіантів, що входять у множину X*, при цьому на кроці 3 перевірка проводиться тільки для тих параметрів, у яких озлобляється обмеження.

Недоліки моделі:

Не враховуються рівні важливості параметрів.

Можливий випадок, коли варіант задовольняє обмеженням по важливих параметрах, але не включається в безліч X* через те, що не виконується обмеження по менш важливому параметру.

Модель основного параметра. Рішення задачі (5.15) при використовувані даної моделі наводиться по кроках. На кожному кроці вибирається основний параметр, і пошук оптимального рішення ведеться тільки по основному параметру. Результат даного кроку (множина рішень) є множиною можливих рішень для наступного кроку.

Задача (5.15) має наступний вигляд:

$$\begin{cases} X_0^* = \left\{ x_k \middle| x_k \in X, k = 1, ..., n \right\} \\ X_j^* = \left\{ x_k \middle| x_k \in X_{j-1}^*; \mu_{kj} \geq \mu_j^{\min} \right\} \\ j = 1, ..., m. \end{cases} \quad (5.20)$$

В алгоритм розв'язання задачі (5.20) включаються такі кроки.

Крок 0. (Підготовчий крок). Сортуються параметри більшості «у» спаданням рівня їхньої важливості. Змінюються відповідно порядкові номери параметрів, тобто перший параметр у1 - найважливіший, у2 - трохи менш важливий і т. д.

Крок 1. Оптимізується безліч X_0^* за основним параметром. На даному кроці - це самий важливий параметр, тобто перший параметр у1. Особою, яка приймає рішення (ОПР), установлюється мінімальне дозволене значення за основним параметром $\mu_1^{\min}$.

Пошук оптимального рішення на цьому кроці ведеться за формулою:

$$X_1^* = \left\{ x_k \middle| x_k \in X_0^*; \mu_{k1} \geq \mu_1^{\min} \right\}$$

Крок 2. Оптимізується безліч X_1^* по наступному основному параметру у2. Аналогічно першому кроку, тут встановлюється $\mu_2^{\min}$ і визначається безліч X_2^*.

Крок 3. Оптимізується безліч X_2^* за основним параметром у3.

... кроки 4 ± (m-1) ...

Крок m. Оптимізується безліч X_{m-1}^* за основним параметром у3.

На кожному j-му кроці (j=1,..., m) можливі наступні випадки:

■ знайдеться варіант, що задовольняє (на думку ОПР) вимогам за всіма параметрами. Рішення задачі (5.20) закінчиться на даному кроці;

■ множина рішень не порожні ($X_j^* \neq Ø$) і не всі параметри розглянуті (j<m).

Переходимо на наступний крок (j=j+1);

■ множина рішень порожня ($X_j^* = \varnothing$). Пом'якшується обмеження на даному кроці і повторюємо перевірку або повертаємося до попереднього кроку (j=j+1) з пом'якшенням його обмеження.

Після кроку m, якщо безліч рішень X_m^* має кілька варіантів, то ЛПР може приймати одну з дій:

1) вибрати один з варіантів безлічі і закінчити завдання;
2) повернутися до кроку 1, при цьому початкова множина можливих рішень визначається наступним чином: $X_0^* = X_m^*$ і посилюється обмеження на значення параметрів. Рішення проводиться до того кроку, коли в множині рішень залишиться тільки один варіант.

Переваги моделі (у порівнянні з двома розглянутими моделями):

■ враховується рівень важливості параметрів;

■ у ОПР є можливість коректувати обмеження на значення параметра безпосередньо на кожному кроці, що прискорює процес вирішення завдання.

Недоліки моделі: хоча в модель включено апарат, який враховує рівень важливості параметрів, модель не може давати гарне рішення, якщо кінцева множина рішень X_m^* містить кілька варіантів, при цьому жоден з них не може бути оцінений як переважний .

Модель компромісного рішення. Через неможливість одночасно задовольнити декільком, часто суперечливим вимогам (приватним критеріям), при вирішенні задачі прийняття рішень необхідно використовувати компромісний або інтегральний параметр, що отримується в результаті згортання приватних параметрів.

Нехай рівні важливості параметрів задані у векторному вигляді:

$$W = (w_1, w_2, ..., w_j, ..., w_m),$$

де w_j - рівень важливості параметра y_j , w_j приймає значення від нуля (параметр не має вплив на вибір) до одиниці (параметр чинить максимальний вплив на вибір).

Після встановлення значень проводиться їх нормалізація:

$$W_j = W_j \,/ \sum_{k=1}^{m} w_k \tag{5.21}$$

Інтегральний параметр якості варіантів будемо позначати через функцію F:

$$F = (f_1, f_2, ..., f_i, ..., f_n),$$

F_i - значення інтегрального параметра якості для варіанту x_i . Функція F визначається за наступною формулою:

$$F = R \cdot W,$$

або

$$|f_1, \ldots, f_i, \ldots, f_n| = \begin{vmatrix} \mu_{11} & \cdots & \mu_{1m} \\ \cdots & \mu_{ij} & \cdots \\ \mu_{n1} & \cdots & \mu_{nm} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} w_1 \\ \cdots \\ w_m \end{vmatrix},$$

тобто
$$f_j = \sum_{j=1}^{m} \mu_{ij} \cdot w_j \tag{5.22}$$

Завдання (5.15) при застосуванні моделі компромісного рішення перетвориться в наступну форму:

$$X^{*} = \{ x_k | x_k \in X;\ f_k = \max\{f_i | f_i \in F; i = 1, \ldots, n\}\} \tag{5.23}$$

Алгоритм рішення задачі (5.23):

Крок 1. Встановлення рівня важливості параметрів; w_j, j= 1, ..., m.

Крок 2. Нормалізація значення wj за формулою (5.21)

Крок 3. Обчислення для кожного варіанту значення інтегрального параметра f_i, i=1,..., n по формулі (5.22).

Крок 4. Визначення максимального значення інтегрального параметру

$$f_k = \max\{f_i | f_i \in F; i = 1, \ldots, n\}$$

Варіант x_k - це вирішення завдання (5.23).

Переваги моделі:

-модель не тільки враховує рівень важливості параметрів, але і частку впливу кожного параметра на спільне рішення, що усуває недоліки моделі основного параметра;

- модель завжди забезпечує наявність рішення задачі.

Недоліки моделі: високе значення інтегрального параметра f_i - не гарантує того, що варіант повністю відповідає всім висунутим вимогам. Низьке значення одного параметра (нище, чим потрібно при використанні моделі абсолютного рішення) може бути компенсоване високим значенням іншого значимого параметра.

Модель еталонного порівняння. Модель розроблена для усунення недоліків моделей, розглянутих вище. Сутність моделі полягає в наступному: будується еталонний варіант доставки вантажів x_0. Параметри цього варіанту приймають мінімальні допустимі значення μ_o, j = 1, ..., m. Кожен варіант множини X порівнюється з еталоном x_0. Якщо якість у варіанта x_i не гірше, ніж у еталону x_0 за всіма параметрами, то варіант включається в безліч рішення і для нього розраховується інтегральний параметр якості f_i. Для еталонного варіанту інтегральний параметр приймає нульове значення f_0=0. Оптимального рішення - варіант з максимальним значенням інтегрального параметра f_{max}.

Математичний запис моделі:

$$X^{\bullet} = \{ x_k | x_k \in X;\ \mu_{kj} \geq \mu_{0j}\ \forall\ j = 1, \ldots, m \}$$

$$f_k = \max\{ f_i | f_i \in F; i = 1, \ldots, n \} \tag{5.24}$$

де

$$f_j = \sum_{j=1}^{m} \left(\mu_{ij} - w_{0j} \right) w_j \tag{5.25}$$

Алгоритм рішення задачі (5.24):

Крок 1. Побудова еталонного варіанту - встановлення мімінімально допустимих значень μ_{0j} у для параметра y_j, j=1,..., m.

Крок 2. Встановлення рівня важливості параметрів w_j, = 1,…,m.

Крок 3. Нормалізація значення w_j за формулою (5.21).

Крок 4. Порівняння варіанту x_i множини X з еталонним варіантом x_0, починаючи з першого варіанту i = 1.

$$\mu_{ij} \geq \mu_{0j}, \qquad j = 1, \ldots, m$$

Перевіряється умова:

Якщо не всі умови виконуються, то переходимо до кроку 6, інакше (всі умови виконані) переходимо до кроку 5.

Крок 5. Включення варіанту x_i, в безліч X* і обчислення для даного варіанту значення інтегрального параметра якості f_i, за формулою (5.25).

Крок 6. Визначається, чи всі варіанти перевірені.

Якщо, i ‹ n , то повторюємо крок 4 для наступного варіанта (i = i + 1), інакше (всі варіанти перевірені) переходимо до кроку 7.

Крок 7. Перевіряється пустота безлічі X*.

Якщо X*=Ǿ, тобто якість у всіх варіантів множини X гірша, ніж у еталонного варіанта x_o, то переходимо до кроку 8, інакше переходимо до пункту 9.

Крок 8. Перед ЛПР є два способи вийти з положення:

1) пом'якшити обмеження на один або декілька параметрів за допомогою перестроювання еталонного варіанту x_o і повернутися до кроку 4 для перегляду варіантів;

2) розширити безліч X, тобто знайти нові варіанти: $x_i^{\prime} \in X$, і повернутися до кроку 4 для розгляду нових варіантів $x_i^{\prime}$.

Крок 9. Визначення максимального значення інтегрального параметра

$$f_{max} = f_3 = 0{,}79 \; f_k = \max\{f_i | f_i \in F; i = 1, \ldots, n\}$$

Варіант $x_к$ - це вирішення завдання (5.24).

На рис. 5.11 представлена блок-схема рішення багатокритеріальної задачі при застосуванні моделі еталонного порівняння.
Недоліки моделі: потрібно більше інформації (в порівнянні з іншими моделями) від ОПР.
Зауваження. Модель еталонного порівняння є поєднанням моделі абсолютного рішення і моделі компромісного рішення.
При встановленні $W_j = 0 \;\forall\; j = 1, \ldots, m$, тобто не враховується важливість параметрів, дана модель перетворюється в модель абсолютного вирішення.
Коли ОПР задає: $\mu_{Oj} = 0 \;\forall\; j = 1, \ldots, m$ або в більш загальному випадку $\mu_{Oj} = \min \{\mu_{ij}$

вибору системи доставки вантажів. Було запропоновано чотири варіанти доставки вантажів: X_1, X_2, X_3, X_4.

Визначено також три параметри якості доставки:

$У_1$ - термін доставки вантажів;

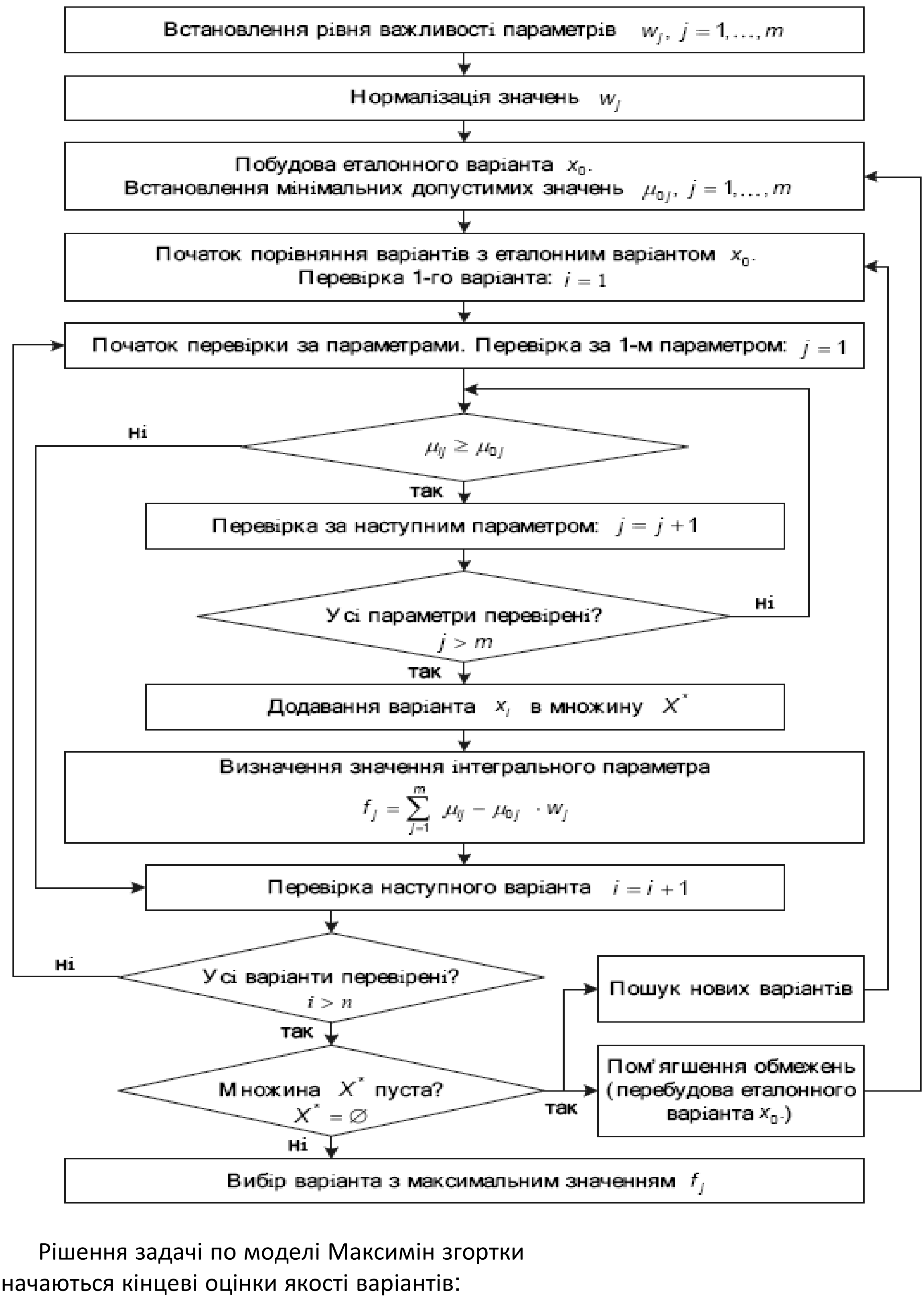
$У_2$ - вартість доставки;

$У_3$ - схоронність вантажів при доставку.

Результати оцінки рівня якості кожного варіанту за вказаними параметрами показані в табл. 5.3. Розглянемо рішення задачі вибору при застосуванні розроблених моделей.

Таблиця 5.3 Значення варіантів по параметрам

Варіант доставки	Оценка вариантов по параметрам		
	Строк доставки вантажу, y_1	Вартість доставки, y_2	Збережність вантажу при доставці, y_3.
Варіант x_1	0,62	0,70	0,80
Варіант x_2	0,50	0,60	0,70
Варіант x_3	0,90	0,80	0,50
Варіанту x_4	0,80	0,70	0,60



Рішення задачі по моделі Максимін згортки

Визначаються кінцеві оцінки якості варіантів:

варіант 1: $\mu_D(x_1) = \min \{\mu_{1j}= 1,2,3\} = \min (0,62; 0,70; 0,80) = 0,62$;

варіант 2: $\mu_D(x_2) = \min \{\mu_{2j}= 1,2,3\} = \min (0,50; 0,60; 0,70) = 0,50$;

варіант 3: $\mu_D(x_3) = \min \{\mu_{3j}=1,2,3\} = \min (0,90; 0,80; 0,50) = 0,50$;

варіант 4: $\mu_D(x_4) = \min \{\mu_{4j}=1,2,3\} = \min (0,80; 0,70; 0,60) = 0,60$.

Максимальне значення кінцевої оцінки якості варіантів:

$\mu_D^{max} = \max \{ 0,62; 0,50; 0,50; 0,60 \} = \mu_D(x_1) = 0,62$.

Результат розв'язання задачі - перший варіант Рішення задачі по моделі абсолютного рішення Встановлено такі мінімальні допустимі значення параметрів:

μ_1^{min} =0,60; μ_2^{min} = 0,50 и μ_2^{min} =0,60

Результат при перевірці варіантів за формулою (5.17): варіант x_2 (0,50; 0,60; 0,70) не відповідає вимозі по параметру у. варіант x_3 (0,90; 0,80; 0,50) е відповідає вимозі по параметру y_1.

Обидва варіанти видаляються з безлічі рішень. Результат рішеньОбидва варіанти видаляються з безлічі рішень. Результат рішень X* = {x_1, x_4} = {(0,62; 0,70; 0,80), (0,80; 0,70; 0,60)}

По параметру y_2 обидва варіанти x1 і X2 мають однакове значення. По іншим параметрам y1 і y3 у варіантів різні значення. Проте жоден з варіантів не може бути оцінений як більш кращий. Рішення задачі по моделі основного параметра Мінімальні допустимі значення параметрів були встановлені, як в попередній моделі. Крім того, визначено, що найважливіший параметр - термін доставки вантажів y1 наступний параметр за рівнем важливості - вартість доставки y2. Параметр уз - схоронність вантажів при доставці має найнижчий рівень важливості.

Крок 1. Оптимізується по параметру Варіант x2 виключається з безлічі рішень {μ21 = 0,50 <μ1min = 0,60). Результат даного кроку: X * = {x1, x3, x4}.

Крок 2. Оптимізується по параметру y_2. Всі три варіант відповідають вимогам. X2 * = {x1, x3, x4}.

Крок 3. Оптимізується по параметру Варіант x3 виключається з безлічі рішень (μ_{33} = 0,50 < μ_3^{min} =0,60). X_3* = {x_1, x_4}.

Дана ситуація аналогічна ситуації, коли застосовується модель абсолютного вирішення. Важко дати повне перевагу одному з варіантів x_1 і x_4.

Рішення задачі по моделі компромісного параметра.

Визначено рівні важливості трьох параметрів. Після їх нормалізації вектор W має наступний вигляд: $W= (0,50; 0,30; 0,20)^T$.

Обчислюємо значення інтегрального параметра:

$$F = \begin{vmatrix} 0,62 & 0,70 & 0,80 \\ 0,50 & 0,60 & 0,70 \\ 0,90 & 0,80 & 0,50 \\ 0,80 & 0,70 & 0,60 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0,50 \\ 0,30 \\ 0,20 \end{vmatrix}$$

або

F = {0,68; 0,57; 0,79; 0,73}.

$f_{max}= f_3 = 0,79$.

Варіант x_3 є оптимальним рішенням задачі по даній моделі, хоча в попередніх моделях він виключається з безлічі рішень.

Рішення задачі по моделі еталонного порівняння. Щоб не змінювати умови задачі, приймаємо еталонний варіант

x_0=(0,60; 0,50; 0,60) и вектор $W = (0,50; 0,30; 0,20)^T$.

Як у разі застосування другої і третьої моделей, варіанти x_2 і x_3 виключаються з множини рішень. Залишаються два варіанта: X_1 И X_4. X* = {x_1, x_4]. Їх інтегральний параметр приймає наступні значення:

$$f_1 = (0,62-0,60) \bullet 0,50+(0,70-0,50) \bullet 0,30+(0,80-0,60) \bullet 0,20=0,11,$$

$$f_4 = (0,80-0,60) \bullet 0,50+(0,70-0,50) \bullet 0,30+(0,60-0,60) \bullet 0,20=0,16.$$

$$f_{max}=f_4 = 0,16$$

Результат розв'язання задачі – варіант $x_4 = (0,80; 0,70; 0,60)$.

Порівняння результатів рішення задачі вибору по розроблених моделях показує, що результати відрізняються, незважаючи на те, що вихідні дані у всіх розрахунках не є суперечливими. Розбіжність результатів пояснюється, з одного боку - різними обсягами використовуваної інформації, а з іншого боку - розходженням підходів до прийняття рішень. При наявності досить повної інформації рекомендується застосовувати модель еталонного порівняння, що дає рішення, більш відповідне вимогам задачі.