Контрольна # 1

Задача 1.1

Нехай деталі A , B , C можуть виготовлятися на трьох верстатах `1` , `2` , `3` . Витрати часу на виготовлення деталі і на верстаті `j` є випадковими величинами, рівномірно розподіленими в інтервалі (t_{ji}, t_{ij}) і приводяться в таблиці `1.1` , де також зазначена середня продажна ціна одиниці деталі `c_i` та собівартість однієї години роботи кожного верстата. Нехай сумарний плановий фонд часу роботи верстата – Φ_j рівномірно розподілена випадкова величина в інтервалі $[\phi_{jmin}, \phi_{jmax}]$.

Потрібно знайти оптимальну виробничу програму випуску деталей, яка б була реалізована з імовірністю не менше $\alpha \geq 0.90$ та забезпечувала б екстремум одного з таких критеріїв витрат:

1. максимум товарної продукції Т;
2. ~~максимум сумарного прибутку П;~~

Таблиця 1.1

Станки	Деталі						Вартість однієї години	Час роботи верстата	
	Норми часу								
	A		B		C				
	$\underline{t}_{1j}$	$\overline{t}_{1j}$	$\underline{t}_{2j}$	$\overline{t}_{2j}$	$\overline{t}_{3j}$	$\overline{t}_{3j}$	$\overline{q}_j$	$\phi_{j\,\min}$	$\phi_{j\,\max}$
1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.05	0.1	30	20	60
2	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	10	60	90
3	0.1	0.2	0.15	0.3	0.3	0.5	20	20	40
Ціна деталі	10		16		12		—	—	—

Максимум доходу

Нехай:

- x_{ij} - кількість виробів i на верстаті j
- Φ_j - ресурс роботи верстата j (визнаємо як математичне сподівання випадкової величини)
- a_{ij} - час затрачений на виготовлення виробу i на верстаті j
- μ_{ij} математичне сподівання норми часу на виробництво деталі
- σ_{ij}^2 дисперсія μ_{ij}

Математична модель

$$max \qquad M\{\sum_{j=1}^{3}\sum_{i=1}^{3} C_i x_{ij}\}$$

Обмеження $\qquad P\{\sum_{j=1}^{3} a_{ij}x_{ij} \leqslant b_j\} \geqslant \alpha \qquad \alpha = 0.9 \qquad j = \overline{1,3}$

Детермінований еквівалент задачі

Математична модель

$$max \qquad M\{\sum_{j=1}^{3}\sum_{i=1}^{3} C_i x_{ij}\}$$

Обмеження (в загальному вигляді)

$$\sum_{i=1}^{3} \mu_{ij}x_{ij} + \Phi^{-1}(0.9)(\sum_{i=1}^{3} \sigma_{ij}^2 x_{ij}^2)^{\frac{1}{2}} \leqslant \Phi_j \qquad j = \overline{1,3}$$

$$\Phi_j = \frac{\phi_{jmin} + \phi_{jmax}}{2} \qquad \mu_{ij} = \frac{t_{ijmin} + t_{ijmax}}{2} \qquad \sigma_{ij}^2 = \frac{(t_{ijmax} - t_{ijmax})^2}{12}$$

Обмеження

$$\sum_{i=1}^{3} \frac{t_{ijmin} + t_{ijmax}}{2} + \Phi^{-1}(0.9)(\sum_{i=1}^{3} \frac{(t_{ijmax} - t_{ijmax})^2}{12} x_{ij}^2)^{\frac{1}{2}} \leqslant \frac{\phi_{jmin} + \phi_{jmax}}{2} \qquad j = \overline{1,3}$$

Задача 1.2

Завод при виготовленні трьох типів деталей використовує токарські, фрезерні і стругальні верстати. При цьому виготовлення кожної деталі можна проводити трьома різними технологічними способами (`1`, `2`, `3`). У табл. `1.2` зазначені наявні ресурси по кожній `i` -тій групі верстатів (у верстато-год) ϕ_i, $i = 1, 3$, норми витрати часу при обробці деталей $j (j = 1, 2, 3)$ на верстаті `i` є нормально розподіленими випадковими величинами з параметрами μ_{ij} і σ_{ij} . Нехай прибуток від випуску одиниці деталі кожного виду складає відповідно 12, 18 і 30 грн/шт.

Скласти оптимальний план навантаження виробничих потужностей, що забезпечує максимальний очікуваний прибуток, за умови фізичної реалізованості плану з ймовірністю 0.90.

Таблиця 1.2

Верстати	Норми витрати часу								Ресурс часу
	Деталь 1		Деталь 2			Деталь 3			
	Технологічні способи виробництва								
	1	2	1	2	3	1	2		
	μ_{ij} σ_{ij}	μ_{ij} σ_{ij}	μ_{ij} σ_{ij}	μ_{ij} σ_{ij}	μ_{ij} σ_{ij}	μ_{ij} σ_{ij}	μ_{ij} σ_{ij}		ϕ_i
Токарний	0.4 0.2	0.5 0.2	0.4 0.2	0.3 0.2	0.8 0.5	0.7 0.3	— —		300
Фрезерний	0.3 0.15	— —	0.5 0.4	0.2 0.1	0.3 0.2	0.4 0.2	1.0 0.5		200
Стругальний	0.5 0.3	0.9 0.45	0.6 0.3	0.4 0.5	0.5 0.3	— —	1.5 0.8		400
Прибуток	18			30		20			

Нехай

- x_{ij} - кількість виробів i на верстаті j
- b_j - ресурс часу верстата j

- a_{ij} - нормовитрати ресурсу j на виріб i
- C_i прибуток за одиницю виробу i
- μ_{ij} математичне сподівання витрат часу на виробництво виробу
- σ_{ij}^2 дисперсія μ_{ij}

Математична модель

$$maxM\{\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} C_i x_{ij}\}$$

Обмеження

$$P\{\textstyle\sum_{i=1}^{3} a_{ij}x_{ij} \leqslant b_j\} \geqslant \alpha \qquad \alpha = 0.9 \qquad j = \overline{1,3}$$

Детермінований еквівалент задачі

Математична модель

$$max \qquad M\{\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} C_i x_{ij}\}$$

Обмеження (оскільки μ_{ij} та σ_{ij}^2 подані в умові задачі)

$$\sum_{i=1}^{3} \mu_{ij}x_{ij} + \Phi^{-1}(0.9)(\sum_{i=1}^{3} \sigma_{ij}^2 x_{ij}^2)^{\frac{1}{2}} \leqslant b_j \qquad j = \overline{1,3}$$

Задача 1.3

Три сорти взаємозамінної сировини `(i=1, 2, 3)` в кількості 200, 100 та 300 кг використовується для виробництва чотирьох виробів `(j=1, 2, 3, 4)`. Норми витрат a_{ij} сировини `i` на виробництво виробу `j` є нормально розподіленими випадковими величинами з середній та дисперсію σ_{ij}^2, а виробничі витрати рівномірно розподілені випадкові величини на інтервалі $|\gamma_{ij}, \delta_{ij}|$.

Вихідні дані наведені в таблицях `1.3(а)` і `1.3(б)`.

Скласти такий план виробництва виробів, щоб з ймовірністю 0,9 випустити 25 одиниць першого виробу, 45 одиниць другого виробу, 30 одиниць третього та 70 одиниць четвертого при мінімальних $\text{очікуваних сумарних виробничих витратах}$.

Таблиця 1.3(а)

Сорт сировини i	Норми витрат на виріб j							
	1		*2*		*3*		*4*	
	μ_{i1}	σ_{i1}^2	μ_{i2}	σ_{i2}^2	μ_{i3}	σ_{i3}^2	μ_{i4}	σ_{i4}^2
1	2	3	0/5	1	3	2	1	2
2	1	3	2	3	2	3	2	4
3	2	5	1	2	2	4	2	3

Таблиця 1.3(б)

Сорт сировини i	Виробничі витрати на одиницю продукції C_{ij}							
	1		*2*		*3*		*4*	
	γ_{i1}	δ_{i1}	γ_{i2}	δ_{i2}	γ_{i3}	δ_{i3}	γ_{i4}	δ_{i4}
1	20	60	15	45	10	20	20	50
2	15	45	20	30	40	50	30	50
3	10	30	30	60	10	30	25	45

Нехай:

- b_i ресурс сировини i
- x_{ij} виріб j з сировини i
- a_{ij} нормовитрати на виріб j з сировини i
- σ_{ij}^2 дисперсія нормовитрат
- μ_{ij} математичне сподівання нормовитрат
- C_{ij} виробничі витрати (обчислюється як математичне сподівання величина на інтервалі $|\gamma_{ij}, \delta_{ij}|$)

Математична модель

$$min \qquad M\{\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{4} C_{ij}x_{ij}\}$$

Обмеження

$$P\{\sum_{j=1}^{4} a_{ij}x_{ij} \leqslant b_i\} \geqslant \alpha \qquad \alpha = 0.9 \qquad i = \overline{1,3}$$

$$\sum_{i=1}^{3} x_{i1} = 25 \quad \sum_{i=1}^{3} x_{i2} = 45 \quad \sum_{i=1}^{3} x_{i3} = 30 \quad \sum_{i=1}^{3} x_{i4} = 70$$

Детермінований еквівалент задачі

Математична модель

$$min \qquad M\{\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{4} \frac{\gamma_{ij}+\delta_{ij}}{2}x_{ij}\}$$

Обмеження

$$\sum_{i=1}^{3} \mu_{ij} x_{ij} + \Phi^{-1}(0.9)(\sum_{i=1}^{n} \sigma_{ij}^2 x_i^2)^{\frac{1}{2}} \geqslant b_j \qquad j = \overline{1, m}$$

$$\sum_{i=1}^{3} x_{i1} = 25 \quad \sum_{i=1}^{3} x_{i2} = 45 \quad \sum_{i=1}^{3} x_{i3} = 30 \quad \sum_{i=1}^{3} x_{i4} = 70$$

Задача 1.4

В кормову суміш входять три продукти: сіно, силос і концентрати, які містять поживні речовини: білок, кальцій і вітаміни. Кількість поживних речовин (таблиця 1.4) представляє собою нормально розподілені випадкові величини із середній μ_{ij} і дисперсією σ_{ij}^2. Мінімально необхідні норми споживання білка — 2000г., кальцію — 120г., вітамінів — 40г.

- Визначити оптимальний раціон харчування мінімальної вартості, який забезпечується з ймовірністю не менше 0.8 добової норми споживання всіх поживних речовин, якщо ціна 1 кг сіна дорівнює 30 коп., силосу — 20 коп., концентратів — 50 коп.
- Розв'язати цю ж задачу при умові, що відомі граничні норми споживання добової видачі: сіна —не більше 12 кг., силосу — не більше 20 кг., концентратів —16 кг.

Таблиця 1.4

Продукт	Склад поживних речовин μ_{ij} / σ_{ij}^2		
	1	*2*	*3*
Сіно	30/20	4/8	3/2
Силос	20/10	6/4	½
Концентрати	150/100	4/2	2/3

Нехай:

- C_i ціна 1кг сировини i
- a_{ij} кількість поживних речовин j у сировині i
- b_j мінімально необхідна кількість речовин j
- x_i кількість продуктів i в кг

Математична модель

$$min \quad M\{\sum_{i=1}^{3} C_i x_i\}$$

Обмеження

$$P\{\sum_{i=1}^{3} a_{ij} x_i \geqslant b_j\} \geqslant \alpha_i \qquad \alpha = 0.8 \qquad j = \overline{1, 3}$$

Детермінований еквівалент задачі

Математична модель

$$min \quad M\{\sum_{i=1}^{3} C_i x_i\}$$

Обмеження

$$\sum_{i=1}^{3} \mu_{ij}x_i - \Phi^{-1}(0.8)(\sum_{i=1}^{n} \sigma_{ij}^2 x_i^2)^{\frac{1}{2}} \geqslant b_j \qquad j = \overline{1,3}$$

Задача 1.5

На трьох ділянках колгоспного поля (k=1, 2, 3) можна вирощувати три культури: жито, пшеницю і ячмінь (i=1, 2, 3). Урожайність λ_{ik} цих культур нормально розподілені із середнім μ_{ik} і дисперсією σ_{ik}^2 (табл. 1.5).

Нехай планове завдання із зібрання урожаю кожної культури складає відповідно 500 ц., 600 ц. і 400 ц., а площі ділянок дорівнюють відповідно 30 га., 50 га., 20 га.

- Визначити оптимальну структуру посівів, які мінімізують сумарні очікувані витрати при умові виконання прану з ймовірністю не менше 0.90.
- Визначити оптимальну структуру посівів, які забезпечують максимальну ймовірність перевиконання плану при збереженні планового асортименту 5:2:4.

Таблиця 1.5

Ділянка k	Урожайність i-тої культури						Середні витрати		
	μ_{k1}	σ_{k1}	μ_{k2}	σ_{k2}	μ_{k3}	σ_{k3}	$\bar{c}_{k1}$	$\bar{c}_{k2}$	$\bar{c}_{k3}$
1	10	15	12	6	8	4	2	3	4
2	12	8	14	10	18	12	3	6	8
3	20	10	16	8	24	8	4	7	10

Нехай:

- λ_{ik} урожайність культури i на полі k
- μ_{ik} математичне очікування λ_{ik}
- σ_{ik}^2 дисперсія λ_{ik}
- s_k посівна площа поля k
- x_{ik} площа під засів урожай культури i на полі k
- b_i план збору врожаю культури i
- c_{ik} середні витрати на культуру i на полі k

Математична модель

$$minM\{\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} C_{ij}x_{ij}\}$$

Обмеження

$$P\{\sum_{i=1}^{3} \lambda_{ik} x_{ik} \geqslant b_i\} \geqslant \alpha \qquad \alpha = 0.9 \qquad k = \overline{1,3}$$

$$\sum_{i=1}^{3} x_{ik} \leqslant s_k \qquad k = \overline{1,3}$$

Детермінований еквівалент задачі

Математична модель

$$minM\{\sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{3} C_{ij} x_{ij}\}$$

Обмеження

$$\sum_{i=1}^{3} \mu_{ik} x_{ik} - \Phi^{-1}(0.9)(\sum_{i=1}^{3} \sigma_{ik}^2 x_{ik}^2)^{\frac{1}{2}} \geqslant b_j \qquad k = \overline{1,3}$$

$$\sum_{i=1}^{3} x_{ik} \leqslant s_k \qquad k = \overline{1,3}$$

$$\sum_{i=1}^{3} \sum_{k=1}^{3} x_{ik} \geqslant 0 \qquad k = \overline{1,3}$$

Задача 1.6

Нехай три підприємства (i=1, 2, 3), використовують для випуску `j` -ї продукції (j= A, B, C) два види ресурсів (`1` , `2`) об'єми яких складають для першого підприємства 250 і 150 одиниць, для другого — 100 і 200 і для третього — 240 і 300. Нехай норми витрат кожного ресурсу на `i` -му підприємстві для виробництва `j` -ї одиниці продукції g_{ij} — рівномірно розподілені випадкові величина в інтервалі $[a_{ij}^1, b_{ij}^1]$, а собі вартість виробництва одиниці `j` -ї продукції на `i` -му підприємстві c_{ij} — випадкова величина із середнім $\overline{c_{ij}}$. Початкові дані наводяться в таблицях 1.6(а) і 1.6(б). Нехай виробничий план випуску продукції складає відповідно 300, 170 і 250 одиниць. Необхідно визначити оптимальну спеціалізацію виробництва, при якій мінімізується сумарна очікувана собівартість випуску при умові, що ймовірність виконання плану складає не менше 0.90.

Таблиця 1.6(а)

Підприємство i	Норми витрат сировини виду 1 і 2 на одиницю продукції g_{ij}											
	A				B				C			
	1		2		1		2		1		2	
1	1	3	2	6	0.5	1.5	2	3	2	3	2	4
2	1	2	3	7	1	3	1.5	3	2	2.5	1	4
3	1	3.5	2	4	1	1.5	1	2	1	4	3	5

Таблиця 1.6(б)

Підприємство	Собівартість випуску одиниці продукції		
	A	B	C
1	2	8	5
2	3	6	6
3	3	9	5

Нехай:

- r_k^i Запаси ресурсу n (на підприємстві i)
- c_{ij} осбівартість товару j на підприємстві i
- x_{ij} кількість товару j виготовленого на підприємстві i
- g_{ij}^k (a_{ij}^k) нормовитрати ресурсу k на виготовлення товару j на підприємстві i
- b_i План виробництва продукції i
- μ_{ij} математичне сподівання нормовитрат
- σ_{ij}^2 дисперсія нормовитрат

Математична модель

$$min \qquad M\{\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} C_{ij}x_{ij}\}$$

Обмеження

$$P\{\sum_{j=1}^{3} g_{ij}^k x_{ij} \leqslant r_k^i\} \geqslant \alpha \qquad \alpha = 0.9 \qquad k = \overline{1,2} \qquad i = \overline{1,3}$$

$$P\{\sum_{j=1}^{3} x_{ij} \geqslant b_i\} \qquad i = \overline{1,3}$$

Детермінований еквівалент задачі

Математична модель

$$min \qquad M\{\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} C_{ij}x_{ij}\}$$

Обмеження (загальний вигляд)

$$\sum_{i=1}^{3} \mu_{ij}x_{ij} + \Phi^{-1}(0.9)(\sum_{i=1}^{n} \sigma_{ij}^2 x_{ij}^2)^{\frac{1}{2}} \geqslant r_k^i \qquad k = \overline{1,2} \qquad i = \overline{1,3}$$

$$\mu_{ij} = \frac{(a_{ij} + b_{ij})}{2} \qquad \sigma_{ij}^2 = \frac{(b_{ij}^k - a_{ij}^k)^2}{12}$$

$$P\{\sum_{j=1}^{3} x_{ij} \geqslant b_i\} \qquad i = \overline{1,3}$$

Обмеження (загальний вигляд)

$$\sum_{i=1}^{3}(\frac{(a_{ij} + b_{ij})}{2})x_{ij} + \Phi^{-1}(0.9)(\sum_{i=1}^{n}(\frac{(b_{ij}^k - a_{ij}^k)^2}{12})x_{ij}^2)^{\frac{1}{2}} \geqslant r_k^i \qquad k = \overline{1,2} \qquad i = \overline{1,3}$$

Задача 1.7

Підприємство володіє ресурсами сировини, робочої сили і обладнання, які необхідні для виробництва чотирьох видів виробів. Нехай питомі витрати ресурсів типу j є випадковими величинами, рівномірно розподіленими у інтервалі $[a_{ij}, b_{ij}]$, а прибуток на одиницю виробу і складає C_{ij} одиниць. Початкові дані наведені в таблицях 1.7(а) і 1.7(б).

Визначити оптимальний асортимент виробів, який забезпечує:

- максимум очікуваного прибутку, при умові реалізованості плану із ймовірністю 0.95;
- ~~максимум очікуваного прибутку при асортименті 3:2:1:2;~~
- ~~максимум числа компонентів, яке включає один виріб типу 1, два вироби типу 2, три вироби типу 3 і один виріб типу 4.~~

Таблиця 1.7(а)

Вид ресурсу *j*	Норми витрат ресурсу *j*				Об'єм ресурсів
	i=1	*i*=2	*i*=3	*i*=4	
Сировина	2-4	3-6	1-2	2-5	160
Робоча сила	15-20	10-15	15-20	30-50	400
Обладнання	6-12	10-18	6-10	12-20	200
Матеріал	8-16	10-20	4-8	12-16	300

Таблиця 1.7(б)

Вид виробу *i*	*1*	*2*	*3*	*4*
Прибуток C_i	30	25	56	48

Нехай:

- x_i - кількість виробів i
- b_j - ресурс j
- a_{ij} - нормовитрати ресурсу j на виріб i
- C_i прибуток за одиницю виробу i
- μ_{ij} математичне сподівання витрат часу на виробництво виробу
- σ_{ij}^2 дисперсія μ_{ij}

Математична модель

$$max M\{\sum_{i=1}^{4} C_i x_i\}$$

Обмеження $P\{\sum_{i=1}^{4} a_{ij} x_i \leqslant b_j\} \geqslant \alpha \qquad \alpha = 0.95 \qquad j = \overline{1, 4}$

Детермінований еквівалент задачі

Математична модель

$$max \qquad M\{\sum_{i=1}^{4} C_i x_i\}$$

Обмеження (в загальному вигляді)

$$\sum_{i=1}^{3} \mu_{ij} x_i + \Phi^{-1}(0.95)(\sum_{i=1}^{4} \sigma_{ij}^2 x_i^2)^{\frac{1}{2}} \leqslant b_j \qquad j = \overline{1, 4}$$

$$\mu_{ij} = \frac{a_{ijmin} + a_{ijmax}}{2} \qquad \sigma_{ij}^2 = \frac{(a_{ijmax} - a_{ijmax})^2}{12}$$

Обмеження

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{a_{ijmin} + a_{ijmax}}{2} x_i + \Phi^{-1}(0.95)(\sum_{i=1}^{n} \frac{(a_{ijmax} - a_{ijmax})^2}{12} x_i^2)^{\frac{1}{2}} \leqslant b_j \qquad j = \overline{1, 4}$$

$max \qquad 30x_1 + 25x_2 + 56x_3 + 48x_4$

- $3x_1 + 4.5x_2 + 1.5x_3 + 3.5x_4 + \Phi^{-1}(0.95)(\frac{4}{12}x_1 + \frac{9}{12}x_2 + \frac{1}{12}x_3 + \frac{9}{12}x_4) \leqslant 160$
- $17.5_x 1 + 12.5x_2 + 17.5x_3 + 40x_4 + \Phi^{-1}(0.95)(\frac{25}{12}x_1 + \frac{25}{12}x_2 + \frac{25}{12}x_3 + \frac{400}{12}x_4) \leqslant 400$
- $9x_1 + 14x_2 + 8x_3 + 16x_4 + \Phi^{-1}(0.95)(\frac{36}{12}x_1 + \frac{64}{12}x_2 + \frac{16}{12}x_3 + \frac{64}{12}x_4) \leqslant 200$
- $12x_1 + 15x_2 + 6x_3 + 14x_4 + \Phi^{-1}(0.95)(\frac{64}{12}x_1 + \frac{100}{12}x_2 + \frac{16}{12}x_3 + \frac{16}{12}x_4) \leqslant 300$

Задача 1.8

Меблева фабрика випускає столи, крісла, бюро і книжкові шафи, використовуючи два типи дощок. Фабрика має 1000 дощок типу 1 и 500 дощок типу 2. Трудові ресурси фабрики складають 800 чоловік на тиждень. Витрати кожного виду ресурсів на виготовлення одного виробу є рівномірно розподіленими випадковими величинами в інтервалі $[a_{ij}, b_{ij}]$ (табл. 1.8). Прибуток від реалізації одного стола — 12 гр., одного крісла — 5 гр., одного бюро — 15 гр., одної книжкової шафи — 20 гр.

Визначити оптимальний асортимент випуску, який забезпечується при умові реалізованості плану з ймовірністю не менше 0.9:

- максимум очікуваного прибутку;
- максимум очікувано прибутку при умові комплектності (кількість столів відноситься до кількості крісел як 1:6);
- максимум очікуваного прибутку при додаткових умовах: столів не менше 400 шт., бюро не менше 130 шт., книжкових шаф не більше 10 шт.;
- максимум очікуваної вартості товарної продукції при умові комплектності і наступних цінах на продукцію: стіл — 40 гр., крісло — 15 гр., бюро — 30 гр., шафа — 80 гр.

Таблиця 1.8

Вид ресурсу i	Стіл		Бюро		Крісло		Книжкова шафа	
	a_{i1}	b_{i1}	a_{i2}	b_{i2}	a_{i3}	b_{i3}	a_{i4}	b_{i4}
Дошки типу 1, м	4	6	8	12	1	2	9	15
Дошки типу 2, м	1	3	4	6	2	4	10	16
Трудові ресурси	2	5	5	8	1	3	8	12

Нехай:

- x_{ij} столярний виріб i виготовлений за використання ресурсу j
- C_i ціна виробу i
- b_j ресурс j
- n_{ij} витрати ресурсу j на виріб i
- μ_{ij} математичне сподівання витрат ресурсів j на виробництво виробу i
- σ_{ij}^2 дисперсія μ_{ij}

Математична модель

$$max M\{\sum_{i=4}^{3}\sum_{j=1}^{3} C_i x_{ij}\}$$

Обмеження $P\{\sum_{i=1}^{4} n_{ij}x_{ij} \leqslant b_j\} \geqslant \alpha$ $\alpha = 0.9$ $j = \overline{1,3}$

Детермінований еквівалент задачі

Математична модель

$$max M\{\sum_{i=4}^{3}\sum_{j=1}^{3} C_i x_{ij}\}$$

Обмеження (загальний вигляд)

$$\sum_{i=1}^{4} \mu_{ij} x_{ij} + \Phi^{-1}(0.9)(\sum_{i=1}^{4} \sigma_{ij}^2 x_{ij}^2)^{\frac{1}{2}} \leqslant b_j \qquad j = \overline{1,3}$$

$$\mu_{ij} = \frac{a_{ij} + b_{ij}}{2} \qquad \sigma_{ij}^2 = \frac{(b_{ij} - a_{ij})^2}{12}$$

Обмеження

$$\sum_{i=1}^{4} \frac{a_{ij} + b_{ij}}{2} x_{ij} + \Phi^{-1}(0.95)(\sum_{i=1}^{n} \frac{(b_{ij} - a_{ij})^2}{12} x_{ij}^2)^{\frac{1}{2}} \leqslant b_j \qquad j = \overline{1,3}$$