УДК 519.85 http://dx.doi.org/10.15407/dopovidi2016.02.031

О. О. Ємець[1], Т. М. Барболіна[2]

[1]Полтавський університет економіки і торгівлі
[2]Полтавський національній педагогічний університет ім. В.Г. Короленка

E-mail: yemetsli@ukr.net, tm-b@ukr.net

Властивості лінійних безумовних задач оптимізації на розміщеннях з імовірнісною невизначеністю

(Представлено академіком НАН України І.В. Сергієнком)

Досліджуються властивості безумовних оптимізаційних задач на розміщеннях з лінійною цільовою функцією, коли при заданні допустимої множини має місце імовірнісна невизначеність. Сформульовано й обгрунтовано умову, що може бути покладена в основу пошуку розв'язку, та способи побудови розв'язку у деяких частинних випадках. Показано, що до розглянутої задачі може бути зведено розв'язування безумовної задачі оптимізації на розміщеннях, у якій дискретними випадковими величинами є коефіцієнти цільової функції.

Ключові слова: імовірнісна невизначеність, дискретна випадкова величина, евклідова задача комбінаторної оптимізації, лінійна безумовна задача комбінаторної оптимізації, лінійна безумовна задача оптимізації на розміщеннях.

Актуальним напрямом сучасної теорії оптимізації є дослідження задач комбінаторної природи (див., наприклад, [1–4]). З іншого боку, побудова адекватних математичних моделей практичних задач вимагає враховувати у постановках різні види невизначеності, у тому числі імовірнісну (див., наприклад, [5–8]). Об'єднання вказаних напрямів досліджень представлене в роботах [9–12] та інших, де постановки оптимізаційних задач здійснюються на основі введення відношення порядку на множині відповідних величин. Поширення такого підходу на оптимізаційні задачі з імовірнісною невизначеністю запропоновано в [11]. Дана робота присвячена вивченню властивостей комбінаторних стохастичних задач на розміщеннях з лінійною цільовою функцією.

Термінологію стосовно евклідової комбінаторної оптимізації використовуватимемо переважно з [2], у постановках оптимізаційних задач застосовуватимемо підхід, запропонований в [11]: введемо порядок на заданій скінченній множині дискретних випадкових величин і визначатимемо мінімум як випадкову величину, що передує в цьому порядку всім іншим елементам множини. У роботі використовуватимемо лінійний порядок, що вводиться таким чином.

Нехай $P(\cdot)$ позначає ймовірність випадкової події, а $M(A)$ і $D(A)$ — відповідно математичне сподівання і дисперсію випадкової величини A (у рамках роботи розглядатимемо лише дискретні випадкові величини, серед можливих значень яких є найменше); $H(A) = (M(A); -D(A))$. Через $<_l$ позначатимемо лексикографічне упорядкування в m-вимірному евклідовому просторі: для будь-яких u, $u' \in \mathbb{R}^m$ $u <_l u'$, якщо перша ненульова компонента різниці $u - u'$ від'ємна. Якщо $u <_l u'$ або $u = u'$, то записуватимемо $u \leqslant_l u'$. Також записуватимемо $u \geqslant_l u'$, якщо $u' \leqslant_l u$.

Означення 1. Називатимемо дві дискретні випадкові величини A, B упорядкованими у зростаючому порядку $\prec$ (позначати цей факт $A \prec B$), якщо

1) $H(A) <_l H(B)$ або

2) $H(A) = H(B)$, причому для упорядкованих за зростанням можливих значень a^i і b^j випадкових величин A і B знайдеться такий індекс t, що $a^i = b^i$, $P(A = a^i) = P(B = b^i)$ для всіх $1 \leqslant i < t$, і при цьому:

1.1) або $a^t < b^t$,

1.2) або $a^t = b^t$ і $P(A = a^i) > P(B = b^i)$.

Означення 2. Називатимемо дві дискретні випадкові величини A, B упорядкованими у неспадаючому порядку $\preceq$ (позначати цей факт $A \preceq B$), якщо $A \prec B$ або $A = B$.

Називатимемо дискретні випадкові величини A, B упорядкованими у незростаючому порядку $\succeq$ і записуватимемо $A \succeq B$, якщо $B \preceq A$.

Розглянемо спочатку таку задачу: знайти пару $\langle L(X^*), X^* \rangle$ таку, що

$$L(X^*) = \min_{X \in E_\eta^k(\Gamma)} \sum_{j=1}^{k} c_j X_j, \qquad X^* = \arg \min_{X \in E_\eta^k(\Gamma)} \sum_{j=1}^{k} c_j X_j, \tag{1}$$

де $L(X) = \sum\limits_{j=1}^{k} c_j X_j$, для всіх $i \in J_k$ (тут і далі $J_m = \{1, \ldots, m\}$), $c_j \in \mathbb{R}^1$, $c_j > 0$, $E_\eta^k(\Gamma)$ — загальна множина розміщень з елементів мультимножини $\Gamma = \{G_1, \ldots, G_\eta\}$, які є незалежними дискретними випадковими величинами з невід'ємним математичним сподіванням. Вважатимемо, що коефіцієнти цільової функції $L(X)$ упорядковані за незростанням, причому основою (кортежем усіх різних елементів) мультимножини $\{c_1, c_2, \ldots, c_k\}$ є кортеж $(\overline{c}_1, \ldots, \overline{c}_s)$, елементи якого упорядковані за зростанням, кратність (число повторів) елемента $\overline{c}_i$ $(i \in J_s)$ позначатимемо $\overline{q}_i$. Позначимо також $q_1 = 1$, $q_{i+1} = q_i + \overline{q}_i = 1 + \sum\limits_{j=1}^{i} q_j$ для $i \in J_s$; тоді виконуються співвідношення

$$c_{q_1} = \ldots = c_{q_2-1} > c_{q_2} = \ldots = c_{q_3-1} > \ldots > c_{q_s} = \ldots = c_k > 0. \tag{2}$$

Теорема 1. *Якщо виконуються умови* (2) *і*

$$H(G_1) \leqslant_l \ldots \leqslant_l H(G_\eta), \tag{3}$$

то для однієї з мінімалей X^* у задачі (1) виконуються співвідношення

$$H(X_j^*) = H(G_j) \qquad \forall j \in J_k. \tag{4}$$

Доведення проводиться за такою схемою. Нехай L^* — мінімум у задачі (1), $\Gamma^M = \{M(G_1), \ldots, M(G_\eta)\}$. Для точки $X \in E_\eta^k(\Gamma)$ позначимо $\mu(X) = (M(X_1), \ldots, M(X_k))$. Тоді розв'язок задачі мінімізації лінійної цільової функції $\overline{L}(x) = \sum\limits_{j=1}^{k} c_j x_j$ на множині $E_\eta^k(\Gamma^M)$ дає точка $\mu(X^*)$, де X^* задовольняє (4). Оскільки $\overline{L}(\mu(X)) = M(L(X))$, то $M(L(X^*)) \leqslant M(L(X))$ для будь-якої точки $X \in E_\eta^k(\Gamma)$. З іншого боку $M(L^*) \leqslant M(L(X^*))$. Отже, $M(L^*) = M(L(X^*))$. Можна також показати, що існує така точка X', що $L(X') = L^*$ і при цьому

$$M(X_j') = M(G_j) \qquad \forall j \in J_k. \tag{5}$$

На наступному етапі розіб'ємо мультимножину Γ на підмультимножини Γ_i так, щоб усі випадкові величини, належні Γ_i, мали однакове математичне сподівання. Також представимо цільову функцію як суму функцій вигляду $\widetilde{L}_i(x) = \sum\limits_{j=\eta_i}^{\eta_i+k_i} c_j^2 x_j$, де індекси η_i, k_i відповідають розбиттю Γ на підмультимножини Γ_i. Максималлю функції $\widetilde{L}_i(x)$ на множині розміщень з мультимножини $\Gamma_i^D = \{D(G_j) \mid G_j \in \Gamma_i\}$ є точка $\delta_i(X) = (D(X^*_{\eta_i}), \ldots, D(X^*_{\eta_i+k_i-1}))$. Тоді також $\sum\limits_{j=1}^{k} c_j^2 D(X_j^*) \geqslant \sum\limits_{j=1}^{k} c_j^2 D(X'_j)$, тобто $D(L(X^*)) \geqslant D(L(X'))$. Але оскільки з $M(L(X')) = M(L(X^*))$ і $L(X') = L^* \preceq L(X^*)$ випливає $D(L(X')) \geqslant D(L(X^*))$, то $D(L(X')) = D(L(X^*))$. Далі аналогічно, як це робиться для математичного сподівання, доводиться, що знайдеться точка X'', яка задовольняє (5), така що $L(X'') = L^*$ і $D(X''_j) = D(X^*_j)$ $\forall j \in J_k$. Таким чином, мініналь X'' в задачі (1) задовольняє умови $H(X''_j) = H(X^*_j) = H(G_j)$ $\forall j \in J_k$.

Наслідок 1.1. *Якщо виконуються умови* (3) *і*

$$c_1 > \ldots > c_k > 0, \tag{6}$$

то будь-яка мінімаль в задачі (1) *задовольняє умову* (4).

Наслідок 1.2. *Якщо виконуються умови* (2), (3) *і*

$$H(G_i) \neq H(G_j), \qquad \text{якщо} \qquad G_i \neq G_j \qquad i, j \in J_k, \tag{7}$$

то точка

$$X_j^* = G_j \qquad \forall j \in J_k, \tag{8}$$

є мінімаллю в задачі (1).

Наслідок 1.3. *Якщо виконуються умови* (3), (6), (7), *то точка* (8) *є єдиною мінімаллю в задачі* (1).

Слід зазначити, що в загальному випадку, з одного боку, цільова функція в задачі (1) може мати мінімалі, які не задовольняють умову (4), а з іншого, не всі точки, що задовольняють (4), дають розв'язок задачі (1). Розглянемо питання про вибір мінімалі серед точок, що задовольняють (4).

Для мультимножини $\Gamma = \{G_1, \ldots, G_\eta\}$ позначимо $\Gamma^H = \{H(G_1), \ldots, H(G_\eta)\}$. Нехай n_i $(i \in J_r)$ — кратності елементів основи мультимножини Γ^H, упорядкованих у лексикографічному порядку $\leqslant_l$. Розіб'ємо мультимножину Γ на підмультимножини вигляду

$$\Gamma_i = \{G_{\eta_i}, \ldots, G_{\eta_i+n_i-1}\}, \tag{9}$$

де індекси η_i задовольняють умови

$$\eta_1 = 1, \qquad \eta_{i+1} = \eta_i + n_i = 1 + \sum_{j=1}^{i} n_j, \qquad i \in J_r. \tag{10}$$

Нехай також σ — найменше число таке, що $\eta_{\sigma+1} > k$, покладемо $k_i = n_i$ для $i \in J_{\sigma-1}$, $k_\sigma = k + 1$. Якщо у множині Γ_i усі елементи рівні, то з умови (4) випливає, що для мінімалі X^* задачі (1) виконуються рівності $X^*_{\eta_i} = \ldots = X^*_{\eta_i+k_i-1} = G_{\eta_i}$. Якщо серед величин

$G_{\eta_i}, \ldots, G_{\eta_i+n_i-1}$ є різні, то $(X^*_{\eta_i}, \ldots, X^*_{\eta_i+k_i-1})$ є k_i-розміщенням елементів мультимножини Γ_i.

Нехай точка $\widetilde{X}$ така, що для всіх $i \in J_\sigma$ $(\widetilde{X}_{\eta_i}, \ldots, \widetilde{X}_{\eta_i+k_i-1})$ надає мінімум функції $C_i(X) = \sum\limits_{j=\eta_i}^{\eta_i+k_i-1} c_j X_j$ на множині $E^{k_i}_{n_i}(\Gamma_i)$, тобто $C_i(\widetilde{X}) \preceq C_i(X)$, де $(X_{\eta_i}, \ldots, X_{\eta_i+k_i-1}) \in$ $\in E^{k_i}_{n_i}(\Gamma_i)$. Тоді з теореми 1 одержуємо, що для будь-якої точки $X \in E^k_\eta(\Gamma)$, яка задовольняє (4), виконуються співвідношення $C(\widetilde{X}) = \sum\limits_{i=1}^{\sigma} C_i(\widetilde{X}) \preceq \sum\limits_{i=1}^{\sigma} C_i(X) = C(X)$, тобто точка $\widetilde{X}$ є мінімаллю в задачі (1). Таким чином, має місце така теорема.

Теорема 2. *Якщо виконуються умови* (2) *і* (3), *то принаймні одна мініналь* X^* *задачі* (1) *задовольняє умови*

$$(X^*_{\eta_i}, \ldots, X^*_{\eta_i+k_i-1}) = \arg \min_{(X_{\eta_i}, \ldots, X_{\eta_i+k_i-1}) \in E^{k_i}_{n_i}(\Gamma_i)} \sum_{j=\eta_i}^{\eta_i+k_i-1} c_j X_j \qquad \forall i \in J_\sigma,$$

де Γ_i — *мультимножини вигляду* (9), *у яких індекси задовольняються* (10), n_i *(*$i \in J_r$*)* — *кратності елементів основи мультимножини* $\Gamma^H = \{H(G_1), \ldots, H(G_\eta)\}$, *упорядкованих у лексикографічному порядку,* $k_i = n_i$ *для* $i \in J_{\sigma-1}$, $k_\sigma = k - \eta_{\sigma+1}$, σ *визначається з умови* $\eta_\sigma \leqslant k$, $\eta_{\sigma+1} > k$.

Разом із задачею (1) розглянемо задачу пошуку пари $\langle L_1(x^*), x^* \rangle$ такої, що

$$L_1(x^*) = \min_{x \in E^k_\eta(G)} \sum_{j=1}^{k} C_j x_j, \qquad x^* = \arg \min_{x \in E^k_\eta(G)} \sum_{j=1}^{k} C_j x_j, \tag{11}$$

де, на відміну від задачі (1), коефіцієнти C_j $\forall j \in J_k$ цільової функції $L_1(x) = \sum\limits_{j=1}^{k} C_j x_j$ є незалежними дискретними випадковими величинами з додатним математичним сподіванням, а елементи мультимножини $G = \{g_1, \ldots, g_\eta\}$ — детермінованими. Вважатимемо, що елементи мультимножини G додатні й упорядковані за неспаданням:

$$0 < g_1 \leqslant g_2 \leqslant \ldots \leqslant g_\eta. \tag{12}$$

Розглянемо детерміновану задачу пошуку пари $\langle \overline{L}_1(x^*), x^* \rangle$ такої, що

$$\overline{L}_1(x^*) = \min_{x \in E^k_\eta(G)} \sum_{j=1}^{k} \overline{c}_j x_j, \qquad x^* = \arg \min_{x \in E^k_\eta(G)} \sum_{j=1}^{k} \overline{c}_j x_j, \tag{13}$$

де $\overline{L}_1(x) = \sum\limits_{j=1}^{k} \overline{c}_j x_j$, $\overline{c}_j = M(C_j)$ $\forall j \in J_k$. Як випливає з теореми 3.1 [2, с. 79], якщо $\bar{c}_1 \geqslant \ldots \geqslant \bar{c}_k$, то з мінімалей в задачі (13) є точка $(g_1, g_2, \ldots, g_k)$. Можна також показати, що будь-яка інша мініналь у задачі (13) є елементом загальної множини переставлень $E_k(G')$ з елементів мультимножини $G' = \{g_1, g_2, .., g_k\}$. Це означає, що для будь-якої точки $x \notin E_k(G')$ виконується нерівність $\overline{L}_1(x^*) < \overline{L}_1(x)$. Враховуючи, що

$$\overline{L}(x) = \sum_{j=1}^{k} \overline{c}_j x_j = \sum_{j=1}^{k} M(C_j) x_j = M\left(\sum_{j=1}^{k} C_j x_j\right) = M(L(x)),$$

з означення 1 отримуємо, що також $L(x^*) \prec L(x)$ $\forall x \notin E_k(G')$.

Таким чином, мініналь у задачі (11) також є переставленням елементів мультимножини G', тобто оптимум цільової функції $L_1^* = \sum\limits_{j=1}^{k} C_j g_{i_j}$, де $g_{i_j} \in G'$, $i_j \neq i_t$ $\forall i_j$, $i_t \in J_k$, $\forall j$, $t \in J_k$. Тоді задачу (11) можна розглядати як задачу пошуку пари $\langle F(Y^*), Y^* \rangle$ такої, що

$$F(Y^*) = \min_{Y \in E_k(\Theta)} \sum_{j=1}^{k} g_j Y_j, \qquad Y^* = \arg \min_{Y \in E_k(\Theta)} \sum_{j=1}^{k} g_j Y_j, \tag{14}$$

де $F(Y) = \sum\limits_{j=1}^{k} g_j Y_j$, мультимножина $\Theta = \{C_1, C_2, \ldots, C_k\}$. Вважатимемо, що елементи мультимножини Θ задовольняють умову

$$H(C_1) \geqslant_l H(C_2) \geqslant_l \ldots \geqslant_l H(C_k). \tag{15}$$

З теореми 1 випливає, що принаймні для однієї мінімалі Y^* задачі (14) виконуються співвідношення $H(Y_j^*) = H(C_j)$ $\forall j \in J_k$. Розіб'ємо мультимножину Θ на підмультимножини вигляду $\Theta_i = \{C_{\eta_i}, \ldots, C_{\eta_i + n_i - 1}\}$, де величини η_i визначаються співвідношеннями (10); n_i — кратності елементів основи мультимножини $\Theta^H = \{H(C_1), \ldots, H(C_k)\}$, розташованих у порядку $\geqslant_l$.

Тоді мінімаль Y^* в задачі (14) задовольняє умову $(Y_{\eta_i}^*, \ldots, Y_{\eta_i + n_i - 1}^*) \in E_{n_i}(\Theta_i)$. Отже, оптимум F^* задачі (14) може бути визначений таким чином: $F^* = \sum\limits_{i=1}^{r} \Bigl(\sum\limits_{j=\eta_i}^{\eta_i + n_i - 1} g_j C_{l_j} \Bigr)$, де $C_{l_j} \in \Theta_i$; r — кількість елементів основи мультимножини Θ^H. А тоді також одна з мінімалей x^* задачі (11) задовольняє умову $(x_{\eta_i}^*, \ldots, x_{\eta_i + n_i - 1}^*) \in E_{n_i}(G^i)$, де мультимножини $G^i = \{g_{\eta_i}, \ldots, g_{\eta_i + n_i - 1}\}$, а величини n_i і η_i визначаються так само, як і вище. Отже, доведено таку теорему.

Теорема 3. *Нехай для коефіцієнтів цільової функції та елементів мультимножини в задачі* (11) *виконуються умови* (12) *і* (15); *основа мультимножини* $\Theta^H = \{H(C_1), \ldots, \ldots, H(C_k)\}$ *містить* r *елементів; для всіх* $i \in J_r$ $G^i = \{g_{\eta_i}, \ldots, g_{\eta_i + n_i - 1}\}$, *де* η_i *визначаються згідно з (10),* n_i *— кратності елементів основи мультимножини* Θ^H, *розташованих у порядку* $\geqslant_l$. *Тоді для деякого розв'язку* $\langle L_1(x^*), x^* \rangle$ *задачі* (11) *виконуються умови:*

$$(x_{\eta_i}^*, \ldots, x_{\eta_i + n_i - 1}^*) \in E_{n_i}(G^i), \qquad L_1(x^*) = \sum_{i=1}^{n} \left(\sum_{j=\eta_i}^{\eta_i + n_i - 1} C_j g_{l_j} \right),$$

де $g_{l_j} \in G_i$.

Таким чином, у роботі досліджено властивості лінійної безумовної задачі оптимізації на розміщеннях у випадку, коли елементи мультимножини є дискретними випадковими величинами. Розглянуті властивості можуть використовуватися при обгрунтуванні методів розв'язування таких задач.

Цитована література

1. *Сергиенко И. В., Каспшицкая М. Ф.* Модели и методы решения на ЭВМ комбинаторных задач оптимизации. – Киев: Наук. думка, 1981. – 288 с.
2. *Стоян Ю. Г., Ємець О. О.* Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації. – Київ: Інститут системних досліджень освіти, 1993. – 188 с. – Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/487.

3. *Емец О. А., Барболина Т. Н.* Комбинаторная оптимизация на размещениях. – Киев: Наук. думка, 2008. – 159 с. – Режим доступу:http://dspace. puet. edu. ua/handle/123456789/473..
4. *Донець Г. П., Колєчкіна Л. М.* Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях. – Полтава: РВВ ПУЕТ, 2011. – 309 с. – Режим доступу: http: // dspace. puet. edu. ua/handle/123456789/560.
5. *Сергиенко И. В., Михалевич М. В.* Применение методов стохастической оптимизации для исследования трансформационных процессов в экономике // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2004. – № 4. – С. 7–29.
6. *Гайворонский А. А., Ермольев Ю. М., Кнопов П. С., Норкин В. И.* Математическое моделирование распределенных катастрофических и террористических рисков // Кибернетика и систем. анализ. – 2015. – № 1. – С. 97–110.
7. *Кан Ю. С., Кибзун А. И.* Задачи стохастического программирования с вероятностными критериями. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 375 с.
8. *Marti K.* Stochastic Optimization Methods. – Berlin: Springer, 2008. – 340 p.
9. *Сергиенко И. В., Емец О. А., Емец А. О.* Задачи оптимизации с интервальной неопределенностью: метод ветвей и границ // Кибернетика и систем. анализ. – 2013. – № 5. – С. 38–50.
10. *Ємець О. О., Ємець Ол-ра О.* Розв'язування задач комбінаторної оптимізації на нечітких множинах. – Полтава: ПУЕТ, 2011. – 239 с. – Режим доступу: http: // dspace. uccu. org. ua/handle/123456789/352.
11. *Емец О. А., Барболина Т. Н.* Об оптимизационных задачах с вероятностной неопределенностью // Доп. НАН України. – 2014. – № 11. – С. 40–45.
12. *Ємець О. О., Барболіна Т. М.* Побудова і дослідження математичної моделі задачі директора зі стохастичними параметрами // Вісн. Черкаського ун-ту. Серія Прикл. математика. Інформатика – 2014. – № 18. – С. 3–11.

References

1. *Sergienko I. V., Kaspshitskaya M. F.* Models and methods of solving combinatorial optimization problems by comput. Kiev: Nauk. Dumka, 1981 (in Russian).
2. *Stoyan Yu. G., Iemets O. O.* Theory and methods of euclidian combinatorial optimization, Kiev: Instytut systemnykh doslidzhen osvity, 1993 (in Ukrainian).
3. *Iemets O. A., Barbolina T. N.* Combinatorial optimization on arrangements, Kiev: Nauk. Dumka, 2008 (in Russian).
4. *Donets G. A., Kolechkina L. M.* Extremal problems on combinatorial configurations, Poltava: RVV PUET, 2011 (in Ukrainian).
5. *Sergienko I. V., Mikhalevich M. V.* System Research and Information Technologies, 2004, No 4: 7–29 (in Russian).
6. *Haivoronskyy O. O., Ermoliev Yu. M., Knopov P. S., Norkin V. I.* Cybernetics and Systems Analysis, 2015, **51**, No 1: 64–73 (in Russian).
7. *Kan Yu. S., Kibzun A. I.* Stochastic programming problems with probability functions, Moscow: FIZMATLIT, 2009 (in Russian).
8. *Marti K.* Stochastic Optimization Methods, Berlin: Springer, 2008.
9. *Sergienko I. V., Iemets O. O., Yemets O. O.* Cybernetics and Systems Analysis, 2013, **49**, No 5: 673–683 (in Russian).
10. *Iemets O. O., Yemets O. O.* Solving combinatorial optimization problems on fuzzy sets, Poltava: PUET, 2011 (in Ukrainian).
11. *Iemets O. O., Barbolina T. M.* Dop. NAN Ukraine, 2014, No 11: 40–45 (in Ukrainian).
12. *Iemets O. O., Barbolina T. M.* Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seria Prykladna matematyka. Informatyka, 2014, No 18: 3–11 (in Ukrainian).

Надійшло до редакції 07.07.2015

О. А. Емец[1], Т. Н. Барболина[2]

[1]Полтавский университет экономики и торговли
[2]Полтавский национальный педагогический университет им. В.Г. Короленко

E-mail: yemetsli@ukr.net, tm-b@ukr.net

Об оптимизационных задачах на размещениях с вероятностной неопределенностью

Исследуются свойства безусловных оптимизационных задач на размещениях с линейной целевой функцией, когда при задании допустимого множества имеет место вероятностная неопределенность. Сформулировано и обосновано условие, которое может быть положено в основу поиска решения, и способы построения решения в некоторых частных случаях. Показано, что к рассмотренной задаче может быть сведено решение безусловной задачи оптимизации на размещениях, в которой дискретными случайными величинами являются коэффициенты целевой функции.

Ключевые слова: вероятностная неопределенность, дискретная случайная величина, евклидова задача комбинаторной оптимизации, линейная безусловная задача оптимизации на размещениях.

O. O. Iemets[1], T. M. Barbolina[2]

[1]Poltava University of Economics and Trade
[2]V.G. Korolenko Poltava National Pedagogical University

E-mail: yemetsli@ukr.net, tm-b@ukr.net

Properties of linear unconditional optimization problems on arrangements under probabilistic uncertainty

The properties of linear unconditional optimization problems on arrangements, when a feasible region is defined with probabilistic uncertainty, are studied. We formulate and prove the condition as a base of solution's search and ways of solution's construction in particular cases. We demonstrate that the solution of the unconditional optimization problem on arrangements with discrete random variables as coefficients of the goal function can be reduced to that of the examined problem.

Keywords: probabilistic uncertainty, discrete random variable, Euclidean problem of combinatorial optimization, linear unconditional optimization problem on arrangements.