Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ " Український державний хіміко-технологічний університет "

Комп'ютерне Моделювання та Оптимізація Складних Систем

Матеріали I Всеукраїнської науково-технічної конференції
3-5 листопада 2015

Дніпропетровськ

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний університет»

МАТЕРІАЛИ
I Всеукраїнської науково-технічної конференції
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ
I ЧАСТИНА

МАТЕРИАЛЫ
I Всеукраинской научно-технической конференции
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ
I ЧАСТЬ

MATERIALS
Ist all-Ukrainian scientific-technical conference
COMPUTER MODELING AND OPTIMIZATION OF COMPLEX SYSTEMS
I PART

3-5 листопада 2015 року

м. Дніпропетровськ

УДК 004.94(082)
ББК 32.97я43
М34

Збірник друкується за рішенням
Вченої ради ДВНЗ УДХТУ протокол №7 від 24 вересня 2015 р.

Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2015): матеріали І Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Дніпропетровськ, 3-5 листопада 2015 року) / Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет»: в 2-х ч. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2015. – Ч. 1. – 270 с.

ISBN 978-966-494-033-4

У збірнику наведено тези доповідей першої всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем». Матеріали збірника охоплюють питання перспективних напрямків математичного моделювання; моделей та методів оптимізації; інтелектуальних комп'ютерних систем; інформаційних технологій в автоматиці, електроніці та вимірювальній техніці; інформаційних управляючих систем в економіці.

Збірник розраховано на працівників, викладачів, аспірантів та студентів вищих навчальних закладів.

Збірник друкується за рішенням програмного комітету конференції Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2015)
тел. 0562 – 47-38-77
Web-сайт кафедри: http://xt.dp.ua
E-mail: kmocc_kis@ukr.net

УДК 004.94(082)
ББК 32.97я43
М34

ISBN 978-966-494-033-4
© Кафедра Інформаційних систем
ДВНЗ УДХТУ, 2015

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова:

Півоваров О.А.	ректор ДВНЗ УДХТУ, д.т.н., професор

Заступник голови:

Зеленцов Д.Г.	д.т.н, професор
Кисельова О.М.	член-кореспондент НАН України, д.ф.-м.н, професор

Члени організаційного комітету:

Голеус В.І.	д.т.н., професор
Харченко О.В.	д.х.н., професор
Коротка Л.І.	к.т.н., доцент
Науменко Н.Ю.	к.т.н., доцент

Програмний комітет:

Алексєєв М.О.	д.т.н., професор (Дніпропетровськ)
Баєв С.В.	д.т.н., професор (Дніпропетровськ)
Гнатушенко В.В.	д.т.н., професор (Дніпропетровськ)
Голоднов О.І.	д.т.н., професор (Київ)
Гук Н.А.	д.ф.-м.н., професор (Дніпропетровськ)
Кошкін К.В.	д.т.н., професор (Миколаїв)
Михальов О.І.	д.т.н., професор (Дніпропетровськ)
Ляшенко В.П.	д.т.н., професор (Кременчук)
Приставка П.О.	д.т.н., професор (Київ)
Скалозуб В.В	д.т.н., професор (Дніпропетровськ)
Федорович О.Є.	д.т.н., професор (Харків)

ЗМІСТ

КОМБІНАТОРНА ОПТИМІЗАЦІЯ НА РОЗМІЩЕННЯХ ЗІ СТОХАСТИЧНОЮ НЕВИЗНАЧЕНІСТЮ: ВЛАСТИВОСТІ ЛІНІЙНИХ ЗАДАЧ

О.О. Ємець[1], Т.М.Барболіна[2]

[1]Полтавський університет економіки і торгівлі, Полтава
[2]Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г.Короленка, Полтава

Вступ. Актуальним напрямком сучасної теорії оптимізації є дослідження задач комбінаторної природи. З іншого боку увагу дослідників привертають оптимізаційні задачі з урахуванням різних видів невизначеності. Об'єднання вказаних напрямків для задач з імовірнісною невизначеністю представлене в роботах [1]-[3] та інших. Постановки оптимізаційних задач у цих роботах здійснюються на основі введення відношення порядку на множині випадкових величин. Дана доповідь присвячена вивченню властивостей комбінаторних стохастичних задач з лінійною цільовою функцією.

Постановки оптимізаційних задач з імовірнісною невизначеністю. Визначимо для випадкової величини A характеристичний вектор як вектор $H(A)=(h_1(A),\dots,h_s(A))$, де $h_i(A)$, $i\in J_s=\{1,2,\dots,s\}$ — деякі числові характеристики випадкової величини A (тут і далі J_n позначає множину n перших натуральних чисел). Вважатимемо, що характеристичний вектор задовольняє умову

$$h_i(aA+bB)=a^{\lambda_i}h_i(A)+b^{\lambda_i}h_i(B) \qquad \forall i\in J_s, \tag{1}$$

де A,B – незалежні випадкові величини, $a,b\in R^1$ – дійсні числа, $\lambda_i\in Z$ – цілі додатні константи.

Нехай $<_l$ позначає лексикографічне упорядкування в s-вимірному евклідовому просторі, тобто для будь-яких $u,u'\in R^s$ за означенням $u<_l u'$, якщо перша ненульова компонента різниці $u-u'$ є від'ємною. Записуватимемо $u\le_l u'$, якщо $u<_l u'$ або $u=u'$.

Дві випадкові величини A,B називатимемо упорядкованими у неспадному порядку $\preceq$ (і позначати цей факт $A\preceq B$) тоді і тільки тоді, коли $H(A)\le_l H(B)$. Введене відношення є відношенням переваги. Мінімальний елемент на множині, на якій введене відношення переваги, розуміємо, як у [6].

Нехай $E_\eta^k(\Gamma)$ – загальна множина k-розміщень з елементів мультимножини $\Gamma=\{G_1,\dots,G_\eta\}$ (термінологію стосовно евклідової комбінаторної оптимізації використовуємо переважно з [7]). Вважатимемо, що елементи $\Gamma=\{G_1,\dots,G_\eta\}$ є незалежними випадковими величинами, причому $h_r(G_i)\ge 0$ $\forall r\in J_s$ $\forall i\in J_\eta$. Розглянемо задачу пошуку пари $\langle L(X^*),X^*\rangle$ такої, що

$$L(X^*)=\min_{X\in E_\eta^k(\Gamma)}\sum_{j=1}^k c_jX_j, \quad X^*=\arg\min_{X\in E_\eta^k(\Gamma)}\sum_{j=1}^k c_jX_j, \tag{2}$$

де $L(X)=\sum_{j=1}^k c_jX_j$, $c_j\in R^1$ $\forall j\in J_k$.

Зв'язок стохастичних і детермінованих задач. Разом із характеристичним вектором $H(A)=(h_1(A),\dots,h_s(A))$ розглядатимемо вектори $H_r(A)=(h_1(A),\dots,h_r(A))$ для всіх $r\in J_s$, $H_0(A)=\varnothing$. Нехай $r\in J_s$ — таке, що елементи мультимножини Γ задовольняють умову

$$H_{r-1}(G_i) = H_{r-1}(G_j) \quad \forall i, j \in J_\eta \quad G_i, G_j \in \Gamma \tag{3}$$

(у випадку $r = 1$ умова (3) завжди виконується, оскільки $H_0(G_i) = \varnothing \quad \forall i \in J_\eta$).

Для точки $X \in E_\eta^k(\Gamma)$ позначимо $\rho(X) = (h_r(X_1), ..., h_r(X_k))$. З умови (1) випливає $h_r(L(X)) = \overline{L}_r(\rho(X))$, де $\overline{L}_r(x) = \sum_{j=1}^{k} c_j^{\lambda_r} x_j$, $x = (x_1, ..., x_k)$. Розглянемо детерміновану задачу мінімізації функції $\overline{L}_r(x)$ на множині $E_\eta^k(Q_r)$, де $Q_r = \{q_{r1}, ..., q_{r\eta}\}$, $q_{rj} = h_r(G_j)$ $\forall j \in J_\eta$, тобто задачу пошуку пари $\langle \overline{L}_r(x'), x' \rangle$ такої, що

$$\overline{L}_r(x') = \min_{x \in E_\eta^k(Q_r)} \sum_{j=1}^{k} c_j^{\lambda_r} x_j \quad , \quad x' = \arg \min_{x \in E_\eta^k(Q_r)} \sum_{j=1}^{k} c_j^{\lambda_r} x_j \quad . \tag{4}$$

Можна довести, що для мінімалі x' у задачі (4) та мінімалі X^* у задачі (2) повинні виконуватися співвідношення $\overline{L}_r(x') \le h_r(L(X^*))$ і $h_r(L(X^*)) \le \overline{L}_r(x')$, звідки $\overline{L}_r(x') = h_r(L(X^*))$. Тоді на основі критерію розв'язку детермінованої лінійної безумовної задачі комбінаторної оптимізації на розміщеннях [8] одержуємо, що для деякої точки X', яка задовольняє умови

$$h_r(X'_j) = x'_j \quad \forall j \in J_k, \tag{5}$$

мають місце співвідношення $L(X') = L(X^*)$, тобто X' — мінімаль у задачі (2). Отже, має місце така теорема.

Теорема 1. Нехай характеристичний вектор випадкової величини задовольняє умову (1), причому виконуються співвідношення (3). Тоді існує мінімаль $X' \in E_\eta^k(\Gamma)$ у задачі (2) така, що мають місце умови (5), де $\langle \overline{L}_r(x'), x' \rangle$ — розв'язок задачі (4).

Наслідок 1. Нехай характеристичний вектор випадкової величини задовольняє умову (1), причому виконуються співвідношення (3) і

$$h_r(G_1) \le ... \le h_r(G_\eta) \quad . \tag{6}$$

Якщо також всі коефіцієнти цільової функції $L(X)$ у задачі (2) додатні, то існує $X' \in E_\eta^k(\Gamma)$ у задачі (2) така, що $h_r(X'_j) = h_r(G_j) \quad \forall j \in J_k$.

Доведення ґрунтується на критерії розв'язку детермінованої лінійної безумовної задачі оптимізації на розміщеннях та виконанні умови $c_1^{\lambda_r} \ge c_2^{\lambda_r} \ge ... \ge c_k^{\lambda_r} > 0$.

Властивості задач зі стохастичними коефіцієнтами. Разом із задачею (2) розглянемо задачу пошуку пари $\langle R(x^*), x^* \rangle$ такої, що

$$R(x^*) = \min_{X \in E_\eta^k(G)} \sum_{j=1}^{k} C_j x_j \quad , \quad x^* = \arg \min_{X \in E_\eta^k(G)} \sum_{j=1}^{k} C_j x_j \quad , \tag{7}$$

де, на відміну від задачі (2), коефіцієнти $C_j \quad \forall j \in J_k$ цільової функції $R(x) = \sum_{j=1}^{k} C_j x_j$ є незалежними дискретними випадковими величинами (як і вище, $x = (x_1, ..., x_k)$), а елементи мультимножини $G = \{g_1, ..., g_\eta\}$ — детермінованими.

Покажемо, що за певних умов розв'язування задачі (7) можна звести до розв'язування задачі вигляду (2) з детермінованими коефіцієнтами цільової функції й елементами мультимножини, що є дискретними випадковими величинами. Вважатимемо, що елементи мультимножини G додатні й упорядковані за неспаданням:

$$0 < g_1 \le g_2 \le ... \le g_\eta \quad , \tag{8}$$

а коефіцієнти цільової функції задовольняють умову

$$h_1(C_1) \ge ... \ge h_1(C_p) > 0 = h_1(C_{p+1}) = ... = h_1(C_{q-1}) > h_1(C_q) \ge ... \ge h_1(C_k) \quad . \tag{9}$$

Разом із задачею (7) розглянемо задачу пошуку пари $\langle R_1(x^*), x^* \rangle$ такої, що

$$R_1(x^*) = \min_{x \in E_\eta^k(G)} \sum_{j=1}^{p} C_j x_j \quad , x^* = \arg \min_{x \in E_\eta^k(G)} \sum_{j=1}^{p} C_j x_j \quad , \tag{10}$$

де $R_1(x) = \sum_{j=1}^{p} C_j x_j$ (з урахуванням умови (9) маємо, що для всіх коефіцієнтів функції $R_1(x)$ виконується умова $h_1(C_j) > 0$). Розглянемо детерміновану задачу пошуку пари $\langle \overline{R}_1(x^*), x^* \rangle$ такої, що

$$\overline{R}_1(x^*) = \min_{X \in E_\eta^p(G)} \sum_{j=1}^{p} \overline{c}_j x_j^{\lambda_1} \quad , x^* = \arg \min_{X \in E_\eta^p(G)} \sum_{j=1}^{p} \overline{c}_j x_j^{\lambda_1} \quad , \tag{11}$$

де $\overline{R}_1(x) = \sum_{j=1}^{k} \overline{c}_j x_j^{\lambda_1}$, $\overline{c}_j = h_1(C_j) \quad \forall j \in J_k$.

Задача (11) еквівалентна задачі мінімізації функції $\widetilde{R}_1(\widetilde{x}) = \sum_{j=1}^{p} \overline{c}_j \widetilde{x}_j$ на множині $E_\eta^k(\widetilde{G})$, де елементи мультимножини $\widetilde{G} = \{\widetilde{g}_1, ..., \widetilde{g}_\eta\}$ задовольняють умову $\widetilde{g}_j = g_j^{\lambda_1}$ $\forall j \in J_\eta$. З критерію розв'язку детермінованої лінійної безумовної задачі комбінаторної оптимізації на розміщеннях [8] випливає, що будь-яка мінімаль $\widetilde{x}^* = (\widetilde{x}_1^*, ..., \widetilde{x}_k^*)$ функції $\widetilde{R}_1(\widetilde{x})$ на множині $E_\eta^k(\widetilde{G})$ задовольняє умову $(\widetilde{x}_1, ..., \widetilde{x}_p) \in E_p(\widetilde{G}')$, де $\widetilde{G}' = \{\widetilde{g}_1, ..., \widetilde{g}_p\}$. Отже, будь-яка мінімаль x' у задачі (11) задовольняє умову

$$(x_1, ..., x_p) \in E_p(G') \quad , \tag{12}$$

де $G' = \{g_1, ..., g_p\}$.

Тоді для будь-якого розміщення $x \in E_\eta^k(G)$, яке не задовольняє умову (12), маємо: $\overline{R}_1(x') < \overline{R}_1(x)$. Враховуючи, що

$$\overline{R}_1(x) = \sum_{j=1}^{p} \overline{c}_j x_j^{\lambda_1} = \sum_{j=1}^{p} h_1(C_j) x_j^{\lambda_1} = h_1\left(\sum_{j=1}^{p} C_j x_j^{\lambda_1} \right) = h_1(R_1(x)) \quad ,$$

отримуємо $R_1(x') \preceq R_1(x)$, тобто x' — мінімаль у задачі (10). Отже, оптимум цільової функції

$$R_1^* = \sum_{j=1}^{p} C_j g_{i_j} \text{ , де } i_j \in J_p \quad \forall j \in J_p \text{ , } i_j \ne i_t \quad \forall j, t \in J_p \text{ .} \tag{13}$$

Аналогічно можна показати, що мінімаллю функції $R_2(x) = \sum_{t=q}^{k} C_t x_t$ на множині $E_\eta^k(G)$ є точка $(x_q, ..., x_k) \in E_m(G'')$, де $m = k - q + 1$, $G'' = \{g_{\eta-m+1}, ..., g_\eta\}$. Тоді мінімум визначається так: $R_2^* = \sum_{t=q}^{k} C_t g_{l_t}$, де $l_t \in J_\eta^{\eta-m+1}$ $\forall t \in J_k^q$, $l_t \neq l_j$ $\forall j,t \in J_k^q$ (тут і далі J_α^β позначає множину $\{\beta,..., \alpha\}$).

Нехай $\left(g_{i_1},...g_{i_p},x'_{p+1},...,x'_k\right)$, де $g_{i_j} \in G'$ $\forall i_j \in J_p$, є мінімаллю в задачі (10), а $\left(x''_1,...,x''_{q-1},g_{l_q},...,g_{l_k}\right)$, де $g_{l_t} \in G''$ $\forall i_j \in J_k^q$, — мінімаллю функції $R_2(x)$ на множині $E_\eta^k(G)$. Тоді для точки $x^* = \left(g_{i_1},...g_{i_p},x_{p+1},...,x_{q-1},g_{l_q},...,g_{l_k}\right)$ і довільної точки $x = (x_1,...,x_k) \in E_\eta^k(G)$ справедливі співвідношення

$$R\left(x^*\right) = \sum_{j=1}^{p} C_j g_{i_j} + \sum_{t=q}^{k} C_t g_{l_t} \preceq \sum_{j=1}^{p} C_j x_j + \sum_{t=q}^{k} C_t x_t = R(x)$$

Таким чином, x^* є мінімаллю в задачі (7).

Отже, розв'язок задачі (7) може бути одержаний на основі розв'язків задач (7) і

$$R_2\left(x^*\right) = \min_{x \in E_\eta^k(G)} \sum_{t=q}^{k} C_t x_t , \; x^* = \arg\min_{x \in E_\eta^k(G)} \sum_{t=q}^{k} C_t x_t \tag{14}$$

Оскільки мінімум функції $R_1(x)$ на множині $E_\eta^k(G)$ визначається згідно з (13), то задачу (7) можна розглядати як задачу пошуку пари $\left\langle F_1\left(Y^*\right), Y^*\right\rangle$ такої, що

$$F_1\left(Y^*\right) = \min_{Y \in E_p(\Theta')} \sum_{j=1}^{p} g_j Y_j , \; Y^* = \arg\min_{Y \in E_p(\Theta)} \sum_{j=1}^{p} g_j Y_j , \tag{15}$$

де $Y(Y_1,..., Y_k)$, $F_1(Y) = \sum_{j=1}^{p} g_j Y_j$, мультимножина $\Theta' = \{C_1,..., C_p\}$.

Аналогічно задачу (14) можна розглядати як задачу пошуку пари $\left\langle F_2\left(Y^*\right), Y^*\right\rangle$ такої, що

$$F_2\left(Y^*\right) = \min_{Y \in E_m(\Theta'')} \sum_{t=q}^{k} g_t Y_t , \; Y^* = \arg\min_{Y \in E_m(\Theta'')} \sum_{t=q}^{k} g_t Y_t , \tag{16}$$

де $F_2(Y) = \sum_{t=q}^{k} g_t Y_t$, $\Theta'' = \{C_q,..., C_k\}$.

Таким чином, розв'язок задачі (7), коефіцієнти цільової функції у якій є випадковими величинами, може бути одержаний з використанням розв'язків задач (15) і (16) з детермінованими коефіцієнтами цільових функцій.

Висновки. У доповіді викладаються властивості лінійної безумовної задачі комбінаторної оптимізації на розміщеннях зі стохастичною невизначеністю, де мінімум визначається на основі послідовного порівняння числових характеристик випадкових величин. Отримані результати можуть бути використані для побудови методів розв'язування таких задач.

Список літературних джерел

1. Емец О.А. Об оптимизационных задачах с вероятностной неопределенностью / О.А.Емец, Т.Н.Барболина // Доповіді НАН України. – 2014. – № 11. – С. 40 – 45.

2. Емец О.А. Комбинаторная оптимизационная модель упаковки прямоугольников со стохастическими параметрами / О.А.Емец, Т.Н.Барболина // Кибернетика и системный анализ. – 2015. — № 4. – С. 99-111.

3. Ємець О.О. Побудова і дослідження математичної моделі задачі директора зі стохастичними параметрами / О.О.Ємець, Т.М.Барболіна // Вісник Черкаського

університету. Серія Прикладна математика. Інформатика – 2014. – № 18 (311). – С.3-11.

4. Емец О.А. Оптимизационные задачи на множестве размещений / О.А.Емец, Т.Н.Барболина // Дискретная математика, алгебра и их приложения: Тез. докл. Междунар. науч. конф. Минск, 14 – 18 сентября 2015 г. — Мн.: Институт математики НАН Беларуси, 2015. — С. 103-104.

5. Емец О.А. Линейные порядки на множестве дискретных случайных величин: использование в комбинаторной оптимизации / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Дискретные модели в теории управляющих систем : IX Международная конференция / Отв. ред. В. Б. Алексеев, Д. С. Романов, Б. Р. Данилов. – М. : МАКС Пресс, 2015. – С. 76-79.

6. Новоселов А.А. Математическое моделирование финансовых рисков. Теория измерения / А.А.Новоселов – Новосибирск : Наука, 2001. — 102 с.

7. Стоян Ю.Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю.Г.Стоян, О.О.Ємець. – К. : Інститут системних досліджень освіти, 1993. – 188 с. – Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/487.

8. Барболіна Т.М. Властивості лінійних безумовних задач оптимізації на розміщеннях / Т.М. Барболіна // Збірник наукових праць викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету. – Полтава : Астрая, 2015. – С.12-14.

АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А.П. Иванова, О.И. Труфанова, Л.В. Феськова, А.Н. Чумак

Национальный горный університет, Днепропетровск

Введение.Одним их базовых показателей технологичности конструкции или изделия является металлоемкость. Масса изделия в значительной степени определяет его стоимость, и сокращение расхода металла на 1 % ведет к снижению себестоимости изделия до 5 %. В комплекс работ по снижению металлоемкости изделия входит внедрение научно обоснованных методов его расчетов, включая вариантное проектирование и оптимизацию. Однако, как правило, оптимальные металлические конструкции в целом не могут быть получены на основе оптимальных частных решений их элементов, так как в составе металлических конструкций отдельные элементы могут утрачивать оптимальные значения своих параметров. Поэтому разработка методов расчета и проектирования металлических конструкций с целью совершенствования существующих и создания новых конструкций высокой технологичности и низкой материалоемкости, является актуальной задачей, для промышленного и гражданского строительства.

В настоящей работе решается задача параметрической оптимизации стальнойглавной балки балочной клетки.

Анализ исследований. В настоящее время при проектировании всех видов конструкций большое значение имеет не только качество выполненного проекта, но и затраченное время на его разработку. Сегодня существует многопрограмм моделирования, но главным критерием для выбора программного комплекса является сочетание качества расчета и экономии времени без использования сложных программных комплексов.

Целью данной работы является анализ программных комплексов для оптимального проектирования строительных конструкций.

Идея работы -снижение материалоемкости металлической сварной двутавровой балки вследствие минимизации размеров поперечного сечения с использованием программы MicrosoftExcelSolver («Поиск решений») и проверкой полученных результатов в программных комплексахAPM CivilEngineering и RobotStructureAnalysis.

Теория оптимального проектирования является одним из актуальных разделов в механике деформируемого твердого тела, на которой базируются проектные расчеты строительных конструкций [2, 5, 6, 7, 9, 10]. В основе этой теории лежит одна из важнейших задач - снижение материалоемкости конструкций и улучшение их механических характеристик [5].