

Обробка інформації в складних організаційних системах

УДК 519.8 : 332.14

Д.С. Бірюков¹, О.В. Заславська²

¹ Національний інститут стратегічних досліджень, Київ

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ОПТИМІЗАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МАЛИХ МІСТ І СЕЛИЩ УКРАЇНИ

В роботі представлена математична модель дискретної оптимізації, що описує прийняття рішень з розвитку соціальної інфраструктури адміністративно-територіальних одиниць. Характерними особливостями даної оптимізаційної задачі є використання булевих та цілочисельних змінних, оптимізація за мінімальним критерієм, наявність фіксованої та змінної складових в функції витрат, обмежень на поєднання наборів значень булевих змінних та обмежень на інтервалах для цілочисельних змінних. Запропоновано декомпозиційний алгоритм розв'язування даної задачі дискретної оптимізації, робота якого полягає в цілеспрямованому формуванні та розв'язуванні послідовності параметризованих підзадач. Представлено ілюстративний приклад розв'язування оптимізаційної задачі за даними про стан соціальної інфраструктури малих міст Харківської області.

Ключові слова: дискретна оптимізація, декомпозиційні алгоритми, задачі з фіксованими та змінними витратами, регіональний розвиток, соціальна інфраструктура

Вступ

Забезпечення поступового і збалансованого соціально-економічного розвитку всіх адміністративно-територіальних одиниць (АТО) України в незалежності від розмірів, територіального розташування, наявності природних ресурсів або інших характеристик визначається серед пріоритетних задач економічної політики держави [1]. Одним з індикаторів розвитку АТО є стан розвиненості соціальної інфраструктури (СІ), до якої належать об'єкти, що створюють сприятливі умови в сферах житлово-комунального господарства, освіти та дошкільного виховання, охорони здоров'я, культури, відпочинку та дозвілля, транспорту, зв'язку, спорту та туризму. Розвиток та ефективне функціонування таких об'єктів, їх доступність для населення є важливою умовою підвищення рівня і якості життя населення окремих АТО. На жаль, СІ в країні перебуває в незадовільному стані, про що свідчать рішення Ради національної безпеки і оборони України, зокрема, щодо житлово-комунального господарства [2]. Особливо це відчувають мешканці малих міст (чисельність населення менше 50 тис. осіб), селищ міського типу та селищ.

Економічна сутність СІ, особливості та проблеми розміщення її елементів добре досліджені українськими вченими-економістами [3, 4]. Проте принципову складність для прийняття рішень щодо розвитку СІ в малих містах, селищах міського типу та селищах

спричиняють такі фактори, як значна кількість таких АТО в Україні (разом понад 2,5 тис.), різноманіття показників, за якими має оцінюватися розвиток СІ, а також обмеженість фінансових ресурсів. Тому процес прийняття рішень щодо розвитку СІ потребує ґрунтовної підтримки із залученням сучасних інформаційних технологій та математичних моделей.

Підвищення значень інтегрального показника забезпеченості послугами СІ може бути досягнуто шляхом побудови нових та добудови існуючих об'єктів СІ. За своїми властивостями формальна постановка такої задачі є подібною до дискретних задач оптимального розміщення ресурсів, які в кожному окремому випадку мають характерні особливості, що враховуються при формалізації математичними моделями та розробці алгоритмів їх розв'язування [5 – 10].

Мета роботи. В даній роботі пропонується оптимізаційна постановка задачі розміщення об'єктів СІ, що належить до класу задач дискретної оптимізації та декомпозиційний алгоритм її розв'язування.

1. Моніторинг розвитку соціальної інфраструктури малих міст, селищ міського типу та селищ

Аналіз тенденцій економічного, соціального, культурного розвитку малих міст, селищ міського типу та селищ України, моніторинг та оцінка їх соціально-економічного стану здійснювалася щорічно Мінрегіоном, відповідно до постанови Кабінету Мі-

ністрів України [11]. Дані для проведення моніторингу подаються Радою міністрів АР Крим, обласними та Севастопольською міською держадміністраціями у вигляді звітних форм (рис. 1). Переважна частка показників, які аналізуються в цьому моніторингу (57 з 78) – показники, що характеризують розвиток СІ за такими сферами: житлово-комунальне господарство; дошкільна та базова освіта; соціальний захист дітей; культура; охорона здоров'я; спортивні споруди та розміщення туристів. Розвиток житлово-комунального господарства оцінювався за агрегованим показником (згідно методики Мінрегіону [12]), що враховує забезпеченість населення житлом (середня житлова площа), центральним опаленням, каналізацією, газом, водопроводом, гарячим водопостачанням. Сфера освіти характеризувалася показниками додаткової потреби в місцях у дитячих дошкільних закладах та загальноосвітніх навчальних

зкладах. Охорона здоров'я: кількість ліжок на тис. жителів, укомплектованість лікарями та молодшим медичним персоналом. В сферах культури, спорту, а також відпочину та туризму враховувалася наявність відповідних закладів. Серед показників є як абсолютні кількісні (загальна кількість закладів, розміщених на кожній з територій), так і відносні кількісні (частки забезпеченості певними видами закладів). Це надає можливість сформулювати критерії, що показують віддаленість значень показників розвитку території від цільових (запланованих) значень. В той же час моніторинг [11] не аналізує забезпеченість окремих АТО такими соціально-важливими послугами як: роздрібна торгівля, громадське харчування, побутове обслуговування, охорона майна і прав громадян, послуги зв'язку, пасажирський транспорт, фінансово-грошове обслуговування населення.

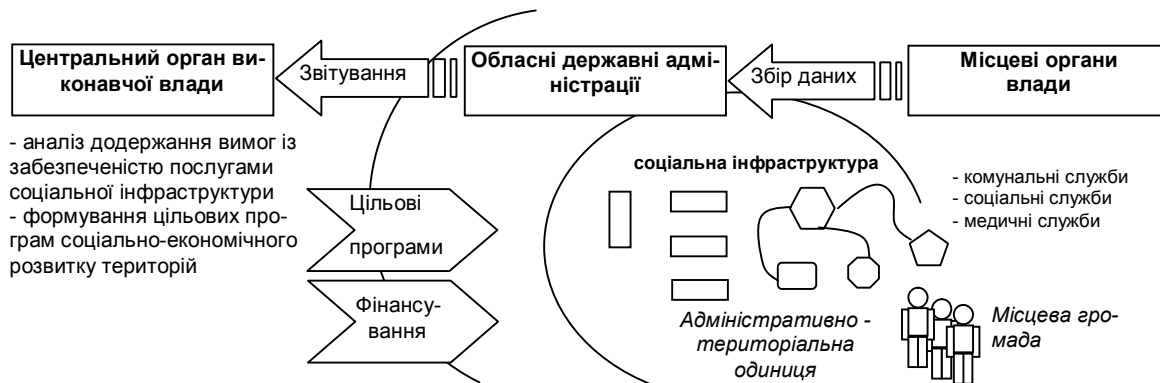


Рис. 1. Інформаційна взаємодія суб'єктів процесу прийняття рішень

Результати моніторингу, проведеного Мінрегіоном в 2011 р., свідчать про необхідність розвитку СІ малих міст, селищ міського типу та селищ в Україні [12]. Через значну кількість об'єктів моніторингу та показників їх соціально-економічного розвитку моніторинг проводиться із застосуванням інформаційної системи [13].

2. Оптимізаційна модель

Позначимо $I = \{1, 2, \dots, n\}$ – множина АТО та $S = \{1, 2, \dots, m\}$ – множина типів об'єктів СІ, що забезпечують надання відповідних видів послуг. Для побудови об'єктів СІ необхідно виконувати певні види робіт (будівництво споруд, прокладка ЛЕП, водопроводу, каналізації тощо). Позначимо $K = \{1, 2, \dots, k^*\}$ – множина всіх можливих робіт, а $V_s \subset K$ – підмножини, що задають перелік робіт необхідних для побудови об'єкту s -го типу, $s \in S$. Кожну роботу можна виконати, застосовуючи різні технологічні способи, що характеризуються значеннями техніко-економічних показників. Позначимо $J_k = \{1, 2, \dots, j_k^*\}$ – множина способів виконання роботи $k \in K$.

Введемо булеві змінні γ_{iskj} , які приймають значення 1, якщо в i -й АТО буде побудовано об'єкт СІ s -го типу шляхом виконання k -го виду робіт j -м способом.

При формалізації задачі повинні бути враховані особливості розвитку СІ. Наприклад, умову про виконання кожного виду робіт не більше ніж одним способом можна записати таким чином:

$$\sum_{j \in J_k} \gamma_{iskj} \leq 1, \quad k \in V_s, \quad s \in S, \quad i \in I. \quad (1)$$

Умову про необхідність виконання робіт з підмножин V_s для побудови об'єктів $s \in S$ можна записати таким чином:

$$\left(\bigwedge_{k \in V_s} \bigvee_{j \in J_k} \gamma_{iskj} \right) \vee \left(\bigwedge_{k \in V_s} \bigwedge_{j \in J_k} (1 - \gamma_{iskj}) \right) = 1, \quad s \in S, \quad i \in I. \quad (2)$$

В лівій частині обмеження (2) перший диз'юнкт відповідає умові «кожен вид робіт повинен бути виконаний хоча б одним із можливих способів», а другий – «кожен вид робіт не виконується жодним із способів». Остання умова означає, що зайвої роботи не повинно виконуватися.

Рівень розвитку СІ прийнято оцінювати на основі інтегральних показників, які обчислюються за такою формулою [14, 15]:

$$A_i = \sum_{s \in S} w_s f_{is}, \quad i \in I,$$

де w_s – коефіцієнт пріоритетності (ваги) послуг СІ s-го типу (визначається на основі експертних оцінок), f_{is} – нормована на $[0,1]$ фактична забезпеченість послугами СІ s-го типу. Нормування здійснюється з врахуванням нормативних показників забезпеченості послугами СІ, або за їх відсутності – шляхом порівняння із середніми або найкращими значеннями по країні, регіону чи району.

Інтегральний показник A_i приймає значення з відрізка $[0,1]$, більше значення показника відповідає кращому стану розвитку СІ в АТО.

Введемо цілочисельні змінні x_{is} , які задають величину добудови в i-тій АТО об'єкту СІ s-го типу. Змінні x_{is} можуть приймати цілочисельні значення із заданого інтервалу $[\alpha_{is}, \beta_{is}]$.

Особливості розвитку СІ впливають на вигляд функції витрат на її побудову, яка складається з двох частин:

$$\sum_{i \in I} \sum_{s \in S} \sum_{k \in V_s} \sum_{j \in J_k} c_{iskj}^0 \gamma_{iskj} + \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} (c_{is} x_{is} \bigwedge_{k \in V_s} \bigvee_{j \in J_k} \gamma_{iskj}),$$

де c_{iskj}^0 – вартість виконання робіт k-го виду j-м способом; c_{is} – вартість побудови одиниці «потужності» об'єкту СІ s-го типу в i-й АТО.

З міркувань виконання програм розвитку АТО має виконуватись балансне обмеження – об'єм використаних коштів на розвиток СІ (вартість побудови об'єктів для кожної АТО) повинен не перевищувати виділеної суми, тобто:

$$\sum_{s \in S} \sum_{k \in V_s} \sum_{j \in J_k} c_{iskj}^0 \gamma_{iskj} + \sum_{s \in S} (c_{is} x_{is} \bigwedge_{k \in V_s} \bigvee_{j \in J_k} \gamma_{iskj}) \leq b_i, \quad i \in I, \quad (3)$$

де b_i – розмір коштів, виділених на розвиток СІ i-ї АТО.

Позначимо $d_{is}(\cdot)$ – функція, що визначає забезпеченість послугами s-го типу на i-тій території після здійснення добудови об'єктів СІ. Ця функція має такий вигляд:

$$d_{is}(\cdot) = \min \{ f_{is} + (x_{is} \bigwedge_{k \in V_s} \bigvee_{j \in J_k} \gamma_{iskj}) / n_{is}, 1 \}.$$

Тоді можна запропонувати формальну постановку задачі дискретної оптимізації, на основі якої приймаються рішення про розвиток СІ, в такому вигляді:

$$\min_{i \in I} \sum_{s \in S} w_s d_{is}(\cdot) \rightarrow \max, \quad (4)$$

при умовах (1)-(3) та

$$\gamma_{iskj} = \{0,1\}, \quad j \in J_k, \quad k \in V_s, \quad s \in S, \quad i \in I, \quad (5)$$

$$x_{is} - \text{цілочисельні}, \quad \alpha_{is} \leq x_{is} \leq \beta_{is}, \quad s \in S, \quad i \in I. \quad (6)$$

Також можна розглядати альтернативну постановку задачі, в якій мінімізується вартість добудови СІ за умови забезпечення заданого значення інтегрального показника для кожної АТО:

$$\min_{i \in I} \sum_{s \in S} w_s d_{is}(\cdot) \geq A_0. \quad (7)$$

Якщо бюджет на розвиток СІ не розбивається на частини, а є загальним в розмірі B , тобто $\sum_{i \in I} b_i = B$, то замість обмеження (3) можна розглядати таке:

$$\sum_{i \in I} \sum_{s \in S} \sum_{k \in V_s} \sum_{j \in J_k} c_{iskj}^0 \gamma_{iskj} + \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} (c_{is} x_{is} \bigwedge_{k \in V_s} \bigvee_{j \in J_k} \gamma_{iskj}) \leq B. \quad (8)$$

Виконання умови (8) впливає з виконання умови (3), але не навпаки. Тому оптимальний розв'язок задачі (1) – (6) не надає цільовій функції (4) більше значення ніж оптимальний розв'язок задачі із заміною умови (3) на умову (8).

3. Алгоритм розв'язування задачі

Для розв'язування задачі (1)-(6) було розроблено спеціальний декомпозиційний алгоритм, робота якого полягає в поступовому формуванні параметризованих підзадач, для яких запропоновано швидкий алгоритм розв'язування, і таким чином знаходження розв'язку вихідної задачі (рис. 2).

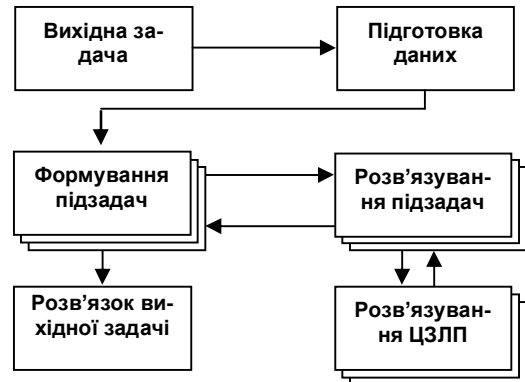


Рис. 2. Схема алгоритму розв'язування задачі

Процедура формування підзадач включає правила відсіву (усунення підзадач, розв'язок яких гарантовано не може покращити найкращий знайдений для попередніх підзадач розв'язок). Подібна алгоритмічна схема була розроблена для задачі про посередника, яка має схожі характерні особливості [16].

Будемо вважати, що значення $\beta_{is} \leq (1 - f_{is})n_{is}$, оскільки при $x_{is} \bigwedge_{k \in V_s} \bigvee_{j \in J_k} \gamma_{iskj} > (1 - f_{is})n_{is}$ значення функції $d_{is}(\cdot)$ дорівнює 1. Тоді можна записати цільову функцію (4) в такому вигляді:

$$\min_{i \in I} \left(A_i + \sum_{s \in S} \left(\frac{w_s}{n_{is}} x_{is} \bigwedge_{k \in V_s} \bigvee_{j \in J_k} \gamma_{iskj} \right) \right). \quad (9)$$

З формули (9) видно, що значення цільової функції (4) буде дорівнювати $\min_{i \in I} \{A_i\}$, коли для АТО, у якій значення інтегрального показника є мінімальним, не буде здійснено добудови СІ (значення відповідних булевих змінних дорівнюють нулю). Подібні міркування можна продовжити, відкинувши найменше значення інтегрального показника.

Позначимо $I^* = \{i_1^*, i_2^*, \dots, i_n^*\}$ - множина, утворена шляхом впорядкування елементів I в порядку зростання величини A_i . Позначимо P_{is}^* - множини, утворені шляхом впорядкування елементів S за зростанням величини w_s / n_{is} .

Подальша робота алгоритму розв'язування задачі полягає у послідовному формуванні і вирішенні параметризованих підзадач при фіксованих значеннях булевих змінних γ_{iskj} , $j \in J_k$, $k \in V_s$, $s \in S$, $i \in I$ з врахуванням умов (1),(2), як це проілюстровано на рис.3.

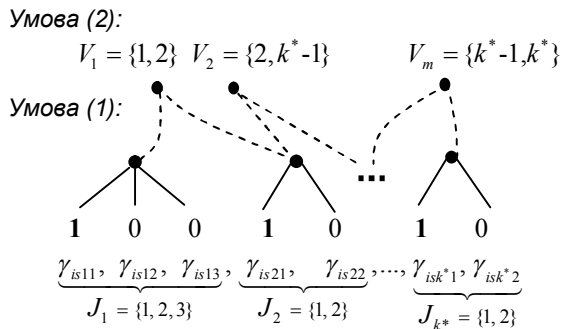


Рис.3. Приклад присвоєння значень булевим змінним для параметризації підзадачі

Будемо присвоювати значення 1 змінним γ_{iskj} , $j \in J_k$, $k \in V_s$, $s \in S$, $i \in I$ в порядку входження відповідних індексів в множини I^* та P_{is}^* , поки не порушується хоча б одна з умов відсіву підзадач:

$$\sum_{s \in S} \sum_{k \in V_s} \sum_{j \in J_k} c_{iskj}^0 \tilde{\gamma}_{iskj} + \sum_{s \in S} (c_{is} \alpha_{is} \vee_{k \in V_s} \vee_{j \in J_k} \gamma_{iskj}) \leq b_i, \quad i \in I. \quad (10)$$

$$A_i + \sum_{s \in S} \frac{w_s}{n_{is}} \beta_{is} \vee_{k \in V_s} \vee_{j \in J_k} \tilde{\gamma}_{iskj} > A_i^*, \quad i \in I, \quad (11)$$

де A^* - максимальне значення цільової функції, знайдене для попередніх підзадач. Покладемо початкове значення $A^* = \min_{i \in I} \{A_i\}$.

Для зафіксованих значень $\tilde{\gamma}_{iskj}$, $j \in J_k$, $k \in V_s$, $s \in S$, $i \in I$, булевих змінних, для яких виконуються умови (1), (2), (10), (11) розв'язується така підзадача:

$$\min_{i \in I} \left(A_i + \sum_{s \in S} \tilde{w}_{is} x_{is} \right) \rightarrow \max, \quad (12)$$

при умовах: $\sum_{s \in S} \tilde{c}_{is} x_{is} \leq \tilde{b}_i, \quad i \in I, \quad (13)$

$$\sum_{s \in S} \tilde{w}_{is} x_{is} > A_i^*, \quad i \in I, \quad (14)$$

x_{is} - цілочисельні, $\alpha_{is} \leq x_{is} \leq \beta_{is}, \quad s \in S, \quad i \in I. \quad (15)$

де $\tilde{w}_{is} = \frac{w_s}{n_{is}} \vee_{k \in V_s} \vee_{j \in J_k} \tilde{\gamma}_{iskj}, \quad \tilde{c}_{is} = c_{is} \vee_{k \in V_s} \vee_{j \in J_k} \tilde{\gamma}_{iskj},$

$s \in S, \quad i \in I; \quad \tilde{b}_i = b_i - \sum_{s \in S} \sum_{k \in V_s} \sum_{j \in J_k} c_{iskj}^0 \tilde{\gamma}_{iskj}, \quad i \in I;$

$A_i^* = A^* - A_i.$

Додаткове обмеження (14) забезпечує знаходження такого оптимального розв'язку для кожної наступної підзадачі, який покращує знайдене наближення для оптимального розв'язку вихідної задачі.

Розв'язування підзадачі (12)-(15) зводиться до послідовного (в порядку зростання індексів з множини I^*) розв'язування цілочисельних задач лінійного програмування такого виду:

$$\sum_{s \in S} \tilde{w}_{is} x_{is} \rightarrow \max, \quad (16)$$

при умовах: $\sum_{s \in S} \tilde{c}_{is} x_{is} \leq \tilde{b}_i, \quad (17)$

$$\sum_{s \in S} \tilde{w}_{is} x_{is} > A_i^*, \quad (18)$$

x_{is} - цілочисельні, $\alpha_{is} \leq x_{is} \leq \beta_{is}, \quad s \in S, \quad i \in I. \quad (19)$

Для розв'язування задачі (16)-(19) можна використати один з відомих методів, наприклад методом гілок і меж.

4. Ілюстративний приклад

Проілюструємо результати розв'язування задачі на прикладі Харківської обл. В ній налічується 14 малих міст, 61 селище міського типу та 145 селищ, в яких мешкає понад 25% населення області [12]. Обмежимо розглядом лише малих міст за чотирма показниками із сфери ЖКГ (табл. 1).

Розподіл виділених грошей на розвиток СІ між АТО повинен здійснюватися справедливим, в деякому розумінні, чином. Такий розподіл повинен бути з одного боку пропорційний чисельності населення, а з іншого - пов'язаний з реальною необхідністю стимулювання розвитку окремих АТО (тобто пропорційний їх інтегральним показникам).

Для визначення розподілу бюджету на розвиток окремих АТО з врахуванням N_i , $i \in I$ - чисельності постійного населення в них, можна запропонувати наступну формулу:

$$b_i = \frac{(1 - A_i) N_i}{\sum_{i \in I} (1 - A_i) N_i} B, \quad i \in I.$$

Розрахований за цією формулою розподіл бюджету $B = 10^6$ гр. од. для 14 малих міст представлено в табл. 2.

Таблиця 1

Значення f_{is} для малих міст Харківської обл.

| Назва малого міста | Забезпеченість квартир (одноквартирних будинків) послугами ЖКГ | | | |
|-----------------------|--|--------------|----------------------------|--------------|
| | центральним опаленням | каналізацією | газом (в т.ч. балонний) | водопроводом |
| м. Балаклія | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| м. Барвінкове | 89.3 | 97.4 | 94.8 | 98.3 |
| м. Богодухів | 0.2 | 11.1 | 100.0 | 63.0 |
| м. Валки | 12.0 | 68.0 | 94.6 | 96.0 |
| м. Вовчанськ | 74.6 | 64.0 | 34.7 | 97.3 |
| м. Дергачі | 79.3 | 30.7 | 92.6 | 80.2 |
| м. Зміїв | 0.0 | 30.0 | 100.0 | 90.0 |
| м. Красноград | 21.7 | 58.0 | 86.4 | 95.5 |
| м. Куп'янськ | 86.2 | 87.0 | 87.6 | 87.0 |
| м. Первомайський | 95.9 | 92.5 | 97.2 | 94.4 |
| м. Люботин | 84.9 | 19.5 | 94.2 | 19.5 |
| м. Мерефа | 85.9 | 25.4 | 85.8 | 25.5 |
| м. Південне | 73.9 | 28.4 | 73.9 | 28.8 |
| м. Чугуїв | 99.2 | 79.1 | 99.5 | 79.1 |

Таблиця 2

Розподіл значень b_i для малих міст Харківської обл.

| Назва малого міста | N_i | b_i | b_i / N_i |
|-----------------------|-------|-----------|-------------|
| м. Балаклія | 29400 | 0.00 | 0.00 |
| м. Барвінкове | 10000 | 5916.63 | 0.59 |
| м. Богодухів | 17769 | 135769.22 | 7.64 |
| м. Валки | 9400 | 36679.40 | 3.90 |
| м. Вовчанськ | 18937 | 74570.15 | 3.94 |
| м. Дергачі | 18233 | 78072.72 | 4.28 |
| м. Зміїв | 16079 | 93643.70 | 5.82 |
| м. Красноград | 21124 | 90446.23 | 4.28 |
| м. Куп'янськ | 29702 | 51266.09 | 1.73 |
| м. Первомайський | 31562 | 22183.29 | 0.70 |
| м. Люботин | 21756 | 151126.20 | 6.95 |
| м. Мерефа | 22475 | 149903.21 | 6.67 |
| м. Південне | 7916 | 55826.05 | 7.05 |
| м. Чугуїв | 32225 | 54597.12 | 1.69 |

Початкові значення інтегрального показника розвитку СІ для малих міст Харківської обл. представлені на рис. 4.

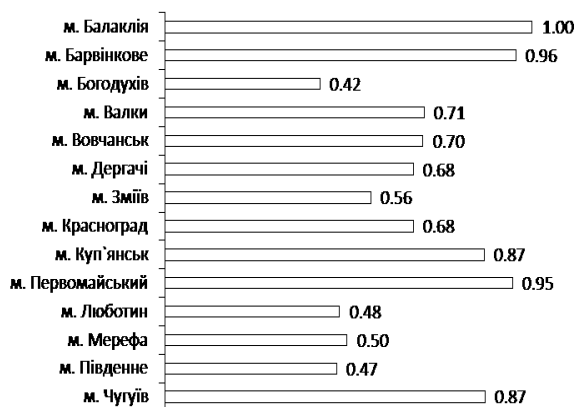


Рис.4. Значення інтегрального показника (A_i) для малих міст Харківської області

Застосовуючи алгоритм розв'язування задачі, наведений в попередньому пункті, отримуємо такі результати (рис. 5).

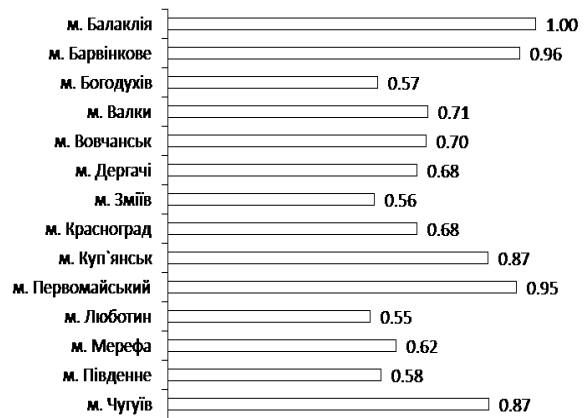


Рис. 5. Результати інтегрального показника після добудови СІ

Додатково були зроблені обчислення оптимального розв'язку для задачі в постановці з обмеженням (8) замість (3). Отримані оптимальні значення інтегрального показника, як і передбачалося, виявилися більшими (рис. 6).

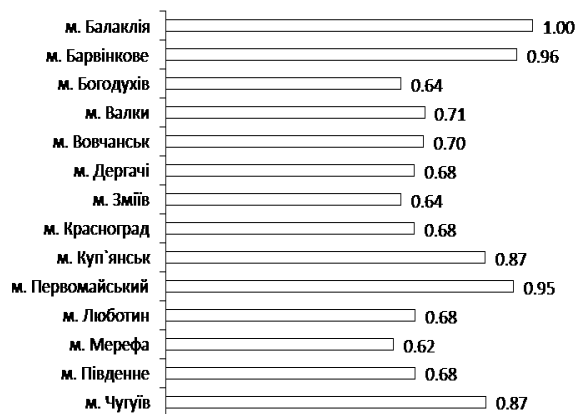


Рис. 6. Результати інтегрального показника після добудови СІ (альтернативна постановка задачі)

Висновки та пропозиції

В роботі представлена оптимізаційна модель розвитку СІ на основі моніторингових даних соціально-економічного розвитку малих міст, селищ міського типу та селищ. Актуальність задачі пов'язана із значною загальною чисельністю населення таких АТО в Україні (становить понад 10 млн. осіб) та недостатнім рівнем розвитку СІ.

При формалізації задачі враховувалися особливості розвитку СІ, такі як наявність фіксованої та змінної частини в функції витрат, обмежень на сумісність виконання робіт, параметри добудови об'єктів. Вибір оптимального варіанту розвитку СІ здійснювався за мінімальним критерієм (покрещувалося найгірше значення інтегрального показника розвитку СІ).

Для розв'язування запропонованої задачі дискретної оптимізації було розроблено декомпозицій-

ний алгоритм. В його основі лежать процедури формування параметризованих підзадач, усунення тих підзадач, що не можуть покращити розв'язок вихідної задачі, розв'язування підзадач шляхом зведення до послідовності цілочисельних задач лінійного програмування.

Експериментальні обчислення показали, що вибір оптимальної добудови об'єктів залежить від способу розподілу бюджету на розвиток СІ (наприклад пропорційно до значення інтегрального показника). Якщо розмір використання коштів обмежений загальним бюджетом для всіх АТО, то можна покращити значення цільової функції.

Подальший розвиток даної оптимізаційної моделі може передбачати врахування поетапного розвитку СІ, зміни демографічної ситуації в АТО, розгляду в поєднанні із задачами створення робочих місць, розвитку туристичної інфраструктури тощо.

Список літератури

1. Закон України "Про засади внутрішньої і зовнішньої політики" // ВВР. – 2010. – № 40. – ст.527.
2. Рішення Ради національної безпеки і оборони України від "Про стан житлово-комунального господарства і основні напрямки його реформування" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0007525-06>.
3. Алымов А.Н. Социальная инфраструктура: вопросы теории и практики / А.Н. Алымов, В.А. Богаченко. – К.: Наук. думка, 1982. – 336 с.
4. Витренко Н.М. Социальная инфраструктура Украины: оценка уровня и перспектив развития / Н.М. Витренко. – К.: Наук. думка, 1993. – 144 с.
5. Исследование операций: В 2-х томах. Пер. с англ. / Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби.- М.: Мир, 1981. – Т.1. – 712 с.

6. Love R.F. Facilities location: models & methods / Love R.F., Morris J.G., Wesolowsky G.O. – North-Holland, 1988. – 296 p.

7. Mirchandani P.B. Discrete Location Theory / P.B. Mirchandani, R.L. Francis. – John Wiley & Sons, 1990. – 555 p.

8. Daskin M.S. Network and discrete location: models, algorithms, and applications / M.S. Daskin. – Wiley, 1995. – 498 p.

9. Sonmez A.D., Lim G.J., A decomposition approach for facility location and relocation problem with uncertain number of future facilities // Europ. J. Oper. Res. – 2012. – 218(2). – P. 327 – 338.

10. Owen S.H. Strategic facility location: A review / S.H. Owen, M.S. Daskin // Europ. J. Oper. Res. – 1998. – 111. – P. 423 – 447.

11. Постанова Кабінету Міністрів України № 288 від 02.04.2009р. "Про моніторинг соціально-економічного розвитку малих міст і селищ"

12. Моніторинг соціально-економічного розвитку малих міст і селищ України за 2010 рік. – К.: Мінрегіонбуд, 2011. – 65 с.

13. Бірюков Д.С. Розвиток системи моніторингу соціально-економічного стану малих міст і селищ України / Д.С. Бірюков, В.А. Заславський // Системи обробки інформації. – X. : ХУПС, 2010. – Вип. 9 (90). – С. 221 – 225.

14. Савчук В.К. Теорія і практика оцінки ефективності інвестицій в Україні / В.К. Савчук // Економіка України. – 2003. – № 12. – С. 19 – 25.

15. Лісовий А. Методичні підходи до оцінювання сільської соціальної інфраструктури в Україні / А. Лісовий // Економіка України. – 2007. – №5. – С. 52 – 55.

16. Заславська О.В. Декомпозиційний алгоритм оптимізації прибутку посередника / О.В. Заславська // Вісн. Київськ. ун-ту. Сер.: фіз.-мат. н. – 2005. – № 4. – С. 163 – 169.

Надійшла до редколегії 19.04.2013

Рецензент: д-р техн. наук Є.О. Яковлев, Національний інститут стратегічних досліджень, Київ.

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МАЛЫХ ГОРОДОВ И ПОСЕЛКОВ УКРАИНЫ

Д.С. Бирюков, Е.В. Заславская

В работе представлена математическая модель дискретной оптимизации, описывающая принятие решений по развитию социальной инфраструктуры административно-территориальных единиц. Характерными особенностями оптимизационной задачи является использование булевых и целочисленных переменных, оптимизация по минимаксному критерию, наличие фиксированной и переменной составляющих в функции затрат, ограничений на сочетание наборов значений булевых переменных, ограничений на интервалах для целочисленных переменных. Предложен декомпозиционный алгоритм решения данной задачи дискретной оптимизации, работа которого заключается в целенаправленном формировании и решении последовательности параметризованных подзадач. Представлен иллюстративный пример решения оптимизационной задачи по данным о состоянии социальной инфраструктуры малых городов Харьковской области.

Ключевые слова: дискретная оптимизация, декомпозиционные алгоритмы, задачи с фиксированными и переменными затратами, региональное развитие, социальная инфраструктура.

OPTIMIZATION MODEL OF SOCIAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT FOR SMALL CITIES AND SETTLEMENTS OF UKRAINE

D.S. Biriukov, O.V. Zaslavska

In this paper we propose mathematical model of discrete optimization that describes decision making for development of social infrastructure of small cities and settlements. This optimization problem is specific due to use of boolean and integer variables, minimax criterion, cost function with fixed and variable components, constraints on the combination of sets of boolean variables, constraints on integer variables given on intervals. A decomposition algorithm for solving this discrete optimization problem is developed. It formulates and solves a sequence of parametric subproblems. The illustrative example of solving an social infrastructure optimization problem for small cities of Kharkiv region is given.

Keywords: discrete optimization, decomposition algorithms, problems with fixed and variable cost function, regional development, social infrastructure.