



УДК 514.18

DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-48

СПОСІБ НЕРЕГУЛЯРНОГО РОЗБИТТЯ НЕЗВ'ЯЗНОЇ МНОЖИНИ БАГАТОКУТНИКАМИ ЗІ ЗМІННИМИ МЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Соболь О. М., д.т.н., с.н.с.

Арнаго Г. В.,

Олійник Т. М.

Національний університет цивільного захисту України,

E-mail: uodscz@nuczu.edu.ua

Анотація - У різних сферах людської діяльності існують проблеми, які пов'язані з обробкою і перетворенням геометричної інформації. Ці проблеми стосуються класу оптимізації геометричних питань проекту. Зазначений клас задач складається з: завдань оптимального розміщення геометричних об'єктів; проблем оптимального охоплення геометричних об'єктів; проблем оптимального розподілу геометричних об'єктів; задач побудови оптимальних рішень. У сфері цивільного захисту, є багато важливих практичних проблем, вирішення яких вимагає використання методів оптимізації геометричних задач. Як правило, це територіальні задачі планування, так як правильність територіально розподілених елементів системи цивільного захисту залежить, більшою мірою, від їх місця розташування і готовності сил ліквідації наслідків надзвичайних станів усунути їх в найкоротший час.

В роботі розроблено спосіб нерегулярного розбиття незв'язної множини багатокутниками зі змінними метричними характеристиками. Для цього було сформульовано постановку задачі оптимального розбиття незв'язної множини, побудовано дерево рішень для перебору можливих варіантів розбиття заданої множини, наведено правила відтинання безперспективних гілок дерева.

Ключові слова - нерегулярне розбиття, незв'язна множина, дерево рішень, правила відтинання.

Постановка проблеми. У різних сферах діяльності людини виникають задачі, що пов'язані з обробкою та перетворенням геометричної інформації, тобто відносяться до класу задач оптимізаційного геометричного проектування. Зазначений клас задач складають:

- задачі оптимального розміщення геометричних об'єктів;
- задачі оптимального покриття геометричних об'єктів;
- задачі оптимального розбиття геометричних об'єктів;
- задачі побудови оптимальних шляхів і з'єднувальних мереж.



Слід відзначити, що в сфері цивільного захисту виникає ціла низка важливих практичних задач, розв'язання яких потребує використання методів оптимізаційного геометричного проектування. Як правило, це задачі територіального планування, оскільки успішність дій територіально розподілених елементів системи цивільного захисту в значній мірі залежить від їх розташування та наявності достатньої кількості сил та засобів для ліквідації в найкоротший термін наслідків надзвичайних ситуацій різного характеру. Таким чином, важливою науково-прикладною проблемою є розробка методів та способів для розв'язання даного класу задач.

Одним з напрямків вирішення зазначеної проблеми є створення способів розбиття заданих множин на підмножини, зокрема способу нерегулярного розбиття незв'язної множини багатокутниками зі змінними метричними характеристиками. Даний спосіб можна застосувати, наприклад, для розв'язання задачі раціонального територіального розподілу захисних споруд, що є актуальним в умовах реформування системи цивільного захисту, оскільки це дозволить підвищити рівень захищеності населення в умовах надзвичайних ситуацій.

Аналіз останніх досліджень. Розробці методів та способів розв'язання класу задач оптимального розміщення геометричних об'єктів присвячено, наприклад, роботи [1, 2]. Що стосується задач оптимального покриття, то вони досліджувалися, наприклад, в роботах [3, 4]. Розвитку методів розв'язання задач оптимізаційного розбиття множин присвячено наукові праці [5, 6]. Разом з тим, потребує подальшого дослідження задача оптимізаційного розбиття незв'язної множини багатокутниками зі змінними метричними характеристиками.

Формулювання цілей статті. В даній роботі необхідно розробити спосіб нерегулярного розбиття незв'язної множини багатокутниками зі змінними метричними характеристиками.

Основна частина. Постановка задачі нерегулярного розбиття незв'язної множини багатокутниками зі змінними метричними характеристиками на прикладі задачі раціонального територіального розподілу захисних споруд має наступний вигляд.

Нехай задано незв'язну множину розбиття S_0 у просторі R^2 . На даній множині задано неперервні характеристики $c_j = c_j(x, y)$, $j = 1, \dots, n_c$ (n_c - кількість неперервних характеристик множини розбиття), що являють собою розподіл населення тощо. Необхідно розбити задану множину на мінімальну кількість підмножин таким чином, щоб час досягнення населенням захисних споруд не перевищував заданий.



Інакше кажучи:

$$N(s_1, \dots, s_N, m_1^1, m_2^1, \dots, m_1^N, m_2^N) \rightarrow \min,$$

$$\left(\bigcup_{k=1}^N S_k \right) \cap cS_0 = \emptyset;$$

$$\left(\bigcup_{k=1}^N S_k \right) \cap S_0 = S_0;$$

$$S_k \cap S_l = \emptyset;$$

$$\max T(s_k, m_1^k, m_2^k) \leq T^*;$$

$$k, l = 1, \dots, N; k \neq l;$$

причому $S_0 \cup cS_0 = R^2$.

Тут $N(\cdot)$ - кількість підмножин розбиття S_k ; s_k та $\{m_1^k, m_2^k\}$ - форми та метричні характеристики підмножин розбиття, $m_2^k = m_2^k(c_1, \dots, c_{n_c})$, $k = 1, \dots, N$; $\max T(\cdot)$ - час прибуття населення з найвіддаленішої точки району захисту до захисної споруди; T^* - заданий час прибуття населення до захисної споруди.

Для розв'язання поставленої задачі було розроблено спосіб нерегулярного розбиття незв'язної множини багатокутниками зі змінними метричними характеристиками. Сутність даного способу полягає у такому.

Нехай незв'язна множина розбиття S_0 має компоненти зв'язності S_0^r , $r = 1, \dots, R$ (рис. 1), причому геометрична інформація стосовно даної області має наступний вигляд:

$$G_0 = \left(\left\{ s_0^1, \dots, s_0^R \right\}, \left\{ m_0^1, \dots, m_0^R \right\}, \left\{ v_0^1, \dots, v_0^R \right\} \right), \quad (3.1)$$

де $\{s_0^1, \dots, s_0^R\}$ - багатокутники;

$$\{m_0^r\} = \{x_1^{0,r}, y_1^{0,r}, \dots, x_{n_{0,r}}^{0,r}, y_{n_{0,r}}^{0,r}\}, \text{ де } n_{0,r} - \text{кількість}$$

вершин компонент зв'язності $S_0^r, r = 1, \dots, R$;

$$\{v_0^1, \dots, v_0^R\} - \text{параметри розміщення компонент зв'язності}$$

$S_0^r, r = 1, \dots, R$.

Позначимо відрізок між вершинами $P_1^{0,1}$ та $P_2^{0,1}$ як $b_1^{0,1}$ (сторона компоненти зв'язності S_0^1) і т.д. до $b_{n_{0,1}}^{0,1}$. Тоді рівень дерева рішень, що відповідає побудові підмножини S_1 , матиме наступний вигляд:

$$S_1: b_1^{0,1}, \dots, b_{n_{0,1}}^{0,1}, \dots, b_1^{0,R}, \dots, b_{n_{0,R}}^{0,R}, (b_1^{0,1}, b_2^{0,1}), \dots, (b_1^{0,R}, \dots, b_{n_{0,R}}^{0,R}).$$

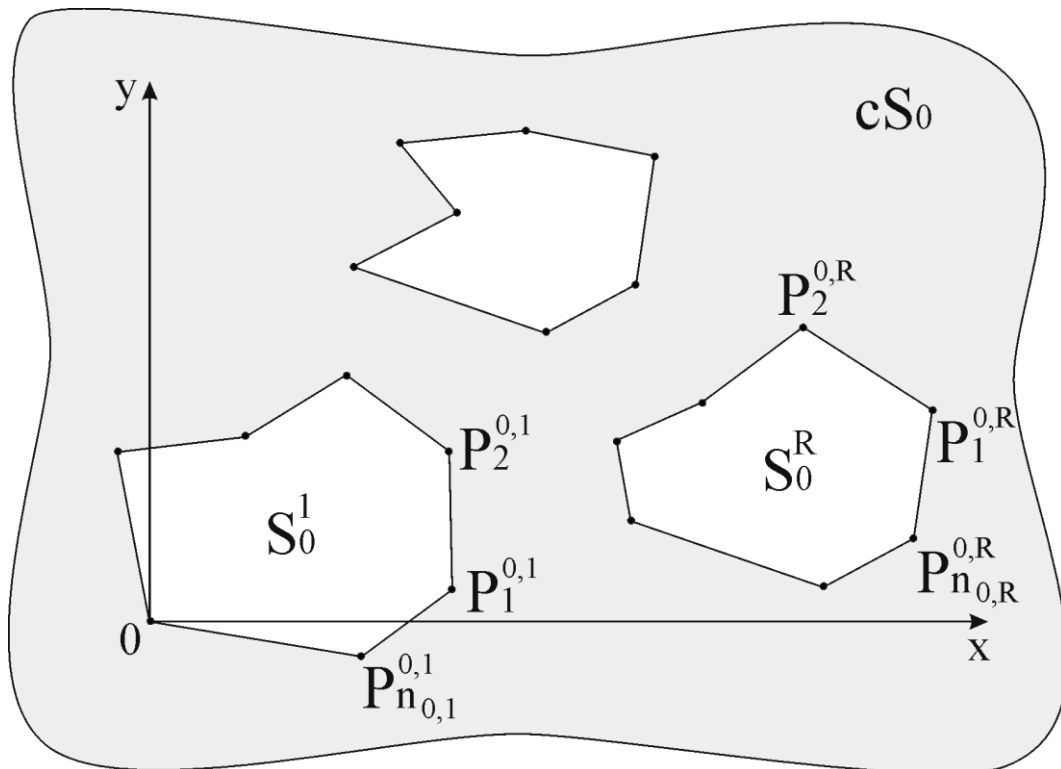


Рис. 1. Незв'язна множина розбиття S_0

Сформулюємо таку властивість.

Властивість 1. На рівнях дерева рішень не може бути комбінацій елементів границь різних компонентів зв'язності $S_0^r, r = 1, \dots, R$.

Таким чином, виходячи з властивості 1, на вищенаведеному рівні дерева рішень, що відповідає побудові підмножини S_1 , не може бути елементів виду $(b_1^{0,1}, b_1^{0,R})$, $(b_1^{0,1}, \dots, b_{n_0,R}^{0,R})$ і т.д.

Нехай підмножину S_1 побудовано так, як це наведено на рис. 2.

Тоді рівень дерева рішень, що відповідає побудові підмножини S_2 , має наступний вигляд:

S_2 :

$$b_1^1, \dots, b_{n_1}^1, b_2^{0,1'}, \dots, b_{n_{0,1}}^{0,1}, \dots, b_1^{0,R}, \dots, b_{n_{0,R}}^{0,R}, (b_1^{0,1}, b_2^{0,1}), \dots, (b_1^{0,R}, \dots, b_{n_{0,R}}^{0,R}).$$

Тут $b_2^{0,1'}$ - відрізок між точками $P_{n_1}^1$ та $P_3^{0,1}$.

Аналогічно можна побудувати наступні рівні дерева рішень (з урахуванням попередніх). Таким чином, для даного способу розв'язання дерево рішень має вигляд, наведений на рис. 3.

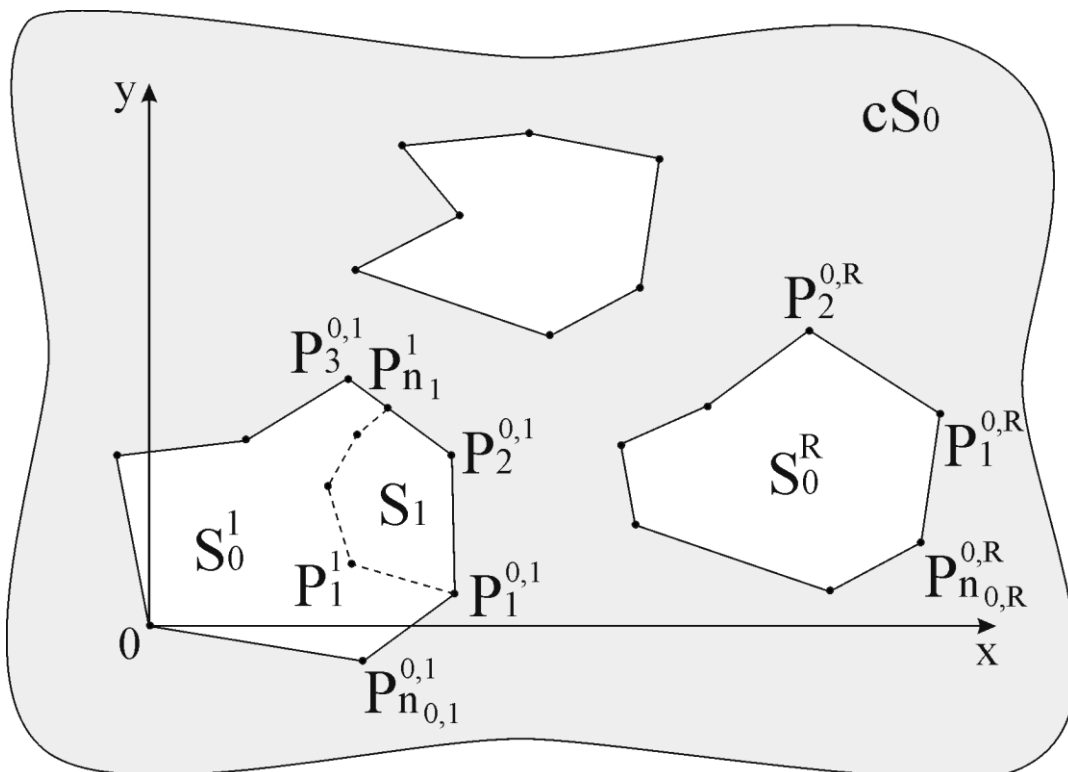


Рис. 2. Побудова підмножини S_1

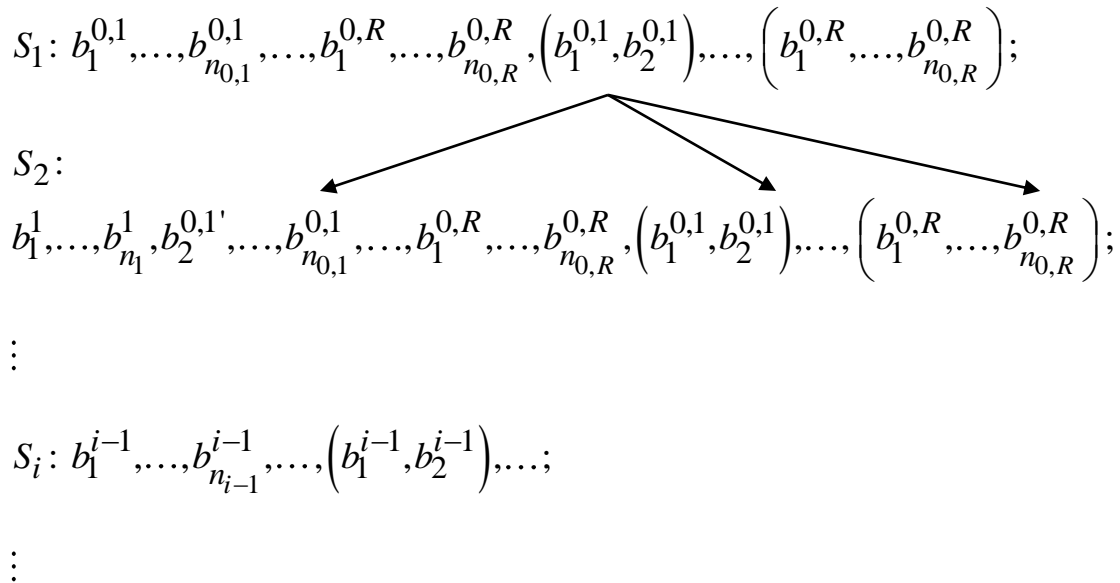
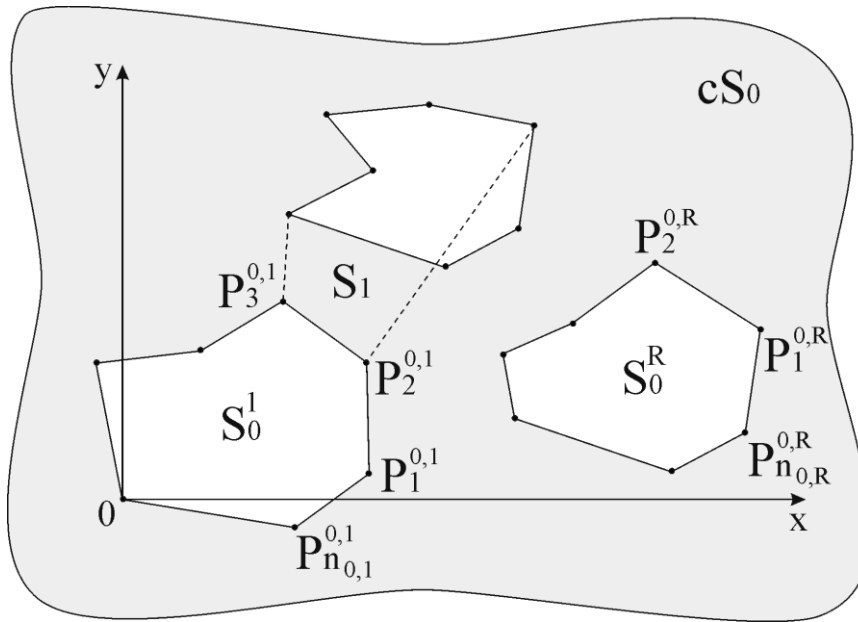


Рис. 3. Дерево рішень

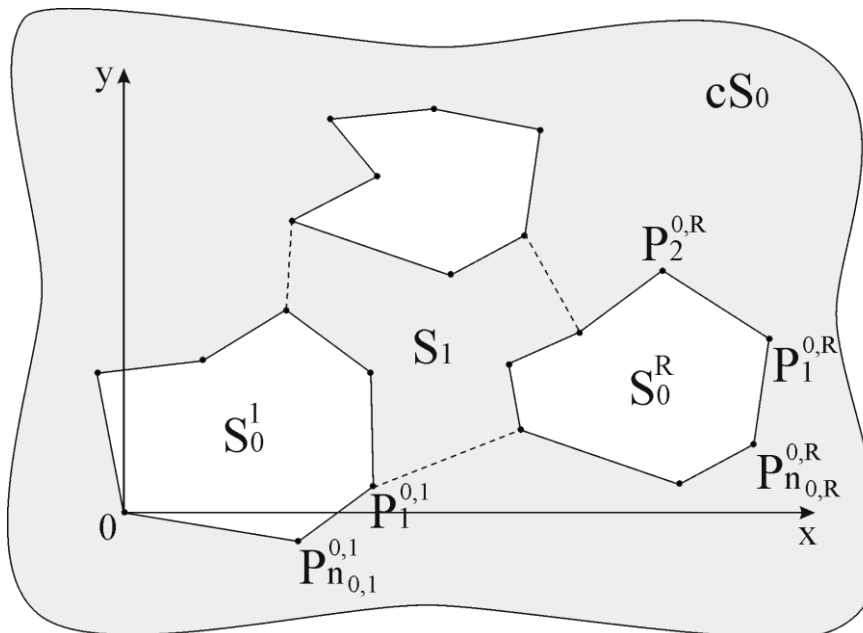
Таким чином, перебір гілок дерева рішень дозволяє отримати раціональну кількість підмножин при розбитті багатозв'язної множини.

Для відтинання безперспективних гілок дерева рішень необхідно використовувати правила відтинання, геометрична інтерпретація яких наведена на рис. 4. Тобто на даному рисунку наведено неприпустимі випадки щодо побудови підмножин розбиття.

Висновки. В даній роботі було розроблено спосіб нерегулярного розбиття незв'язної множини багатокутниками зі змінними метричними характеристиками. Для цього було сформульовано постановку задачі оптимального розбиття незв'язної множини, розглянуто приклади побудови підмножин та записано дерево рішень для даної задачі. Дерево рішень дозволяє здійснити перебір можливих варіантів розбиття заданої множини та одержати раціональний розв'язок задачі. Для відтинання безперспективних гілок дерева рішень було надано геометричну інтерпретацію правил відтинання, тобто наведено неприпустимі випадки щодо побудови підмножин розбиття. Розроблений спосіб дозволить у подальшому розв'язувати важливі практичні задачі у різних сферах діяльності людини.



а)



б)

Рис. 4. Графічне уявлення правил відтинання

Література

1. Stoyan, Yu. G. (2001). Analytical description of interactions of point sets. *Journal of mechanical engineering*, 1-2(4), 77-88.
2. Chaplya, Yu., & Sobol, O. (2016). Development the methods of optimum placement undirected planar objects with piecewise non-



- linear boundaries in the multiply area. *ECONTECHMOD. An international quarterly journal*, 5(2), 39-44.
3. Оптимізація покриття заданих областей геометричними об'єктами зі змінними метричними характеристиками: монографія / В. М. Комяк [та ін.]. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – 124 с.
 4. Собина В. О. Моделювання раціонального покриття об'єктів залізниці районами виїзду пожежно-рятувальних підрозділів / В. О. Собина // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил / ХУПС. – Харків, 2011. – Вип. 1(27). – С. 240-242.
 5. Киселева Е. М. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения: монография / Е. М. Киселева, Н. З. Шор. – К.: Наукова думка, 2005. – 564 с.
 6. Садковий В. П. Раціональне розбиття множин при територіальному плануванні в сфері цивільного захисту: монографія / В. П. Садковий, В. М. Комяк, О. М. Соболев; Ун-т цивільного захисту України. – Горлівка, 2008. – 174 с.

СПОСОБ НЕРЕГУЛЯРНОГО РАЗБИЕНИЯ НЕСВЯЗНОГО МНОЖЕСТВА МНОГОУГОЛЬНИКАМИ С ПЕРЕМЕННЫМИ МЕТРИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Соболев А. Н., Арнаго А. В., Олейник Т. Н.

Аннотация

В различных сферах человеческой деятельности существует проблемы, которые связаны с обработкой и преобразованием геометрической информации. Эти проблемы касаются класса оптимизации геометрических вопросов проекта. Указанный класс задач состоит из: задач оптимального размещения геометрических объектов; проблем оптимального охвата геометрических объектов}; проблем оптимального разделения геометрических объектов; задач построения оптимальных решений. В сфере гражданской защиты, есть множество важных практических проблем, решение которых требует использования методов оптимизации геометрических задач. Как правило, это территориальные задачи планирования, так как правильность территориально распределенных элементов системы гражданской защиты зависит, в большей степени, от их местоположения и готовности сил ликвидации последствий чрезвычайных положений устранять их в самое короткое время.

В работе разработан способ нерегулярного разбиения несвязного множества многоугольниками с переменными метрическими характеристиками. Для этого была сформулирована постановка задачи оптимального разбиения несвязного множества, построено дерево решений для перебора возможных вариантов разбиения заданного множества, приведены правила отсечения бесперспективных ветвей дерева.



Ключевые слова: нерегулярное разбиение, несвязное множество, дерево решений, правила отсечения.

METHOD OF NON-REGULAR PARTITION UNCONNECTED SETS BY POLYGONS WITH VARIABLE METRIC CHARACTERISTICS

O. Sobol, G. Arnago, T. Oliynyk.

Summary

In various spheres of human activity there are exists problems that will be associated with the processing and transformation of geometric information. These problems will be relating to a class of optimization geometric design problems. The specified class of tasks consists of: tasks of optimal placement of geometric objects; problems of optimal coverage of geometric objects; problems of optimal partition of geometric objects; tasks of constructing optimal roots and connecting networks.

For example, in the field of civil defense, there are a number of important practical problems, the solution of which requires the use of methods of optimization geometric design. Typically, these are territorial planning tasks, since the success of territorially distributed elements of the civil defense system depends to a large extent on their location and the availability of sufficient forces and means to eliminate them in the shortest possible time of the consequences of emergencies of a different nature. Thus, an important scientific and applied problem is the development of methods and methods for solving this class of tasks.

In this paper, a method of non-regular partition unconnected sets by polygons with variable metric characteristics was developed. To this end, the formulation of the problem of optimal partition of unconnected sets was formulated, examples of constructing subsets are considered and a decision tree is written for this problem. The decision tree allows sorting out possible variants of the partition of a given set and obtaining a rational solution to the problem. For the removal of the branches of the decision tree, a geometric interpretation of the punctuation rules was given, that is, there are unacceptable cases of constructing subsets of the partition. The developed method will allow solving important practical problems in different areas of human activity in the future.

Keywords: non-regular partition, unconnected set, decision tree, punctuation rules.