

**Odesa Polytechnic National University, Kyiv National University,
T. Shevchenko, Kharkiv National University of Radio Electronics,
National Aviation University; Odesa National University,
I.I. Mechnikov, Sumy State University, Admiral Makarov National
University of Shipbuilding; Lodz Technical University, Azerbaijan
State Oil Industry University, Anhalt University of Applied Sciences,
Caten, Germany, CEUR-WS.**

MATERIALS
OF THE XIII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
«Information Control Systems and Technologies»
(ICST- ODESA – 2025)

24th – 26th September, 2025

¹²⁵⁶
 ¹²³³
Львів-Торунь
Liha-Pres
LIHA-PRES 2025

I74 Інформаційні управляючі системи і технології
(ІУСТ-ОДЕСА-2025): матеріали XIII Міжнародної науково-
практичної конференції (24–26 вересень 2025 р., Одеса) /
вип. ред. В.В. Вичужанін, 2025. – 300 с.

ISBN 978-966-397-531-3

DOI 10.36059/978-966-397-531-3

Збірник містить Матеріали, прийняті оргкомітетом до участі в Міжнародній науково - практичній конференції «ІНФОРМАЦІЙНІ УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ» (ІУСТ-ОДЕСА-2025).

Наведені матеріали конференції охоплюють основні напрямки розвитку в області інформаційних систем управління, інтелектуальних систем і аналізу даних, моделювання.

УДК 004:37:001:62

References

1. Johnson, T. M., & Smith, A. R. (2021). Integration of AI tools in project management: Methodologies and case studies. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 64(1), 102–115.
2. Kolomoiets, M., & Kynash, Y. (2023). Modern approaches to interact smart-contracts in React.js development with ThirdWeb framework. In *Proceedings of the IEEE 18th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT)* (pp. 1–4). IEEE.
3. King, J. (2021). The importance of statistical analysis in project management. *Business of Apps*. <https://www.businessofapps.com/data/android-statistics>

UDC 004.8: 004.9

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ
МАТЕМАТИЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ
АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗМІЩЕННЯ КАПСУЛ У
БРАХІТЕРАПІЇ**

**Dr.Sci. Г. Яськов^{1,2}[0000-0002-1476-1818], Dr.Sci. А. Чугай^{1,3} [0000-0002-4079-5632],
Є. Яськова⁴[0009-0007-6306-3366], Ph.D. А. Журавка⁵ [0000-0002-0924-1789]**

¹Інститут енергетичних машин і систем ім. Анатолія Підгорного, Україна,

²Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна,

³Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Україна,

⁴Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, Україна,

⁵Національний університет «Львівська політехніка», Україна

EMAIL: yaskov@ukr.net

**INTELLIGENT SYSTEM BASED ON MATHEMATICAL
PROGRAMMING FOR AUTOMATED CAPSULE PLACEMENT IN
BRACHYTHERAPY**

Dr.Sci. G. Yaskov^{1,2}, Dr.Sci. A. Chuhai^{1,3}, Y. Yaskova⁴, Ph.D. A. Zhuravka⁵

¹Anatolii Pidhorniy Institute of Power Machines and Systems,

²Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine,

³Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine,

⁴V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine,

⁵Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Анотація: У цьому дослідженні представлено інтелектуальну систему для автоматизованого розміщення радіоактивних капсул у брахітерапії з

**Materials of the XIII International Scientific Conference
«Information-Management Systems and Technologies»
24th – 26th September, 2025, Odesa**

використанням методів математичного програмування. Області пухлин моделюються як опуклі багатогранники, а капсули — як багатогранні об'єкти з можливістю обертання. Система оптимізує розміщення з урахуванням геометричних обмежень, використовуючи Φ -функції та алгоритми пакування. Обчислювальні експерименти підтверджують її адаптивність, точність і потенціал для клінічного застосування.

Ключові слова: *брахітерапія, математичне програмування, паралелепіпед, циліндр, багатогранник*

Abstract: *This study presents an intelligent system for automated placement of radioactive capsules in brachytherapy using mathematical programming. Tumor regions are modeled as convex polyhedra, and capsules as rotatable polyhedral approximations. The system optimizes placement under geometric constraints using phi-functions and packing algorithms. Computational experiments confirm its adaptability, precision, and potential for clinical integration.*

Keywords: *brachytherapy, mathematical programming, parallelepiped, cylinder, polyhedron*

Brachytherapy is a targeted cancer treatment method that involves placing radioactive sources directly inside or near a tumor. Accurate placement is essential to ensure effective radiation delivery to the tumor while minimizing exposure to healthy tissues [1, 2].

This study presents a novel intelligent system that automates the placement of cylindrical radioactive capsules within irregular tumor volumes. The tumor is modeled as a convex polyhedron, and capsules are approximated by rotatable polyhedral shapes. This enables precise control over both position and orientation, which is important for accurate dose distribution. The problem is formulated as a nonlinear optimization problem, aiming to maximize the number of capsules placed while satisfying geometric constraints. The phi-function technique [3, 4] allows to maintain safe distances between capsules and from the tumor boundary. The system uses a two-stage optimization strategy: it first generates an initial configuration and then refines it using mathematical programming to improve packing density and constraint compliance. To reduce computational complexity, the system applies a decomposition technique.

Computational experiments using real-world parameters confirmed the system's adaptability and precision. It successfully placed up to 100 capsules in various tumor geometries and spacing conditions, demonstrating

its potential for clinical integration across multiple cancer types. An illustration of placement of 100 capsules is shown in Figure 1.

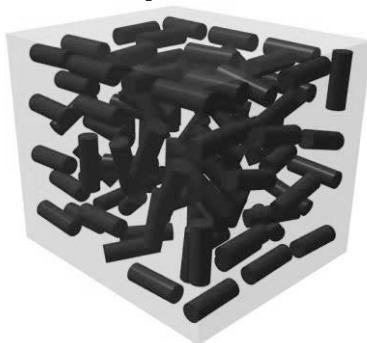


Figure 1. Illustration of placement for 100 capsules

References

1. Morén, B., Larsson, T., & Carlsson Tedgren, Å. (2021). Optimization in treatment planning of high dose-rate brachytherapy – Review and analysis of mathematical models. *Medical Physics*, 48(5), 2057–2082. <https://doi.org/10.1002/mp.14762>
2. Banerjee, S., Goyal, S., Mishra, S., et al. (2021). Artificial intelligence in brachytherapy: A summary of recent developments. *British Journal of Radiology*, 94(1122), 20200842. <https://doi.org/10.1259/bjr.20200842>
3. Stoyan, Y., Pankratov, A., & Romanova, T. (2016). Quasi-phi-functions and optimal packing of ellipses. *Journal of Global Optimization*, 65(2), 283–307. <https://doi.org/10.1007/s10898-015-0331-2>
4. Romanova, T., Chuha, A., Yaskov, G., Litvinchev, I., & Stoian, Y. (2023). Irregular packing for additive manufacturing. In H. Altenbach et al. (Eds.), *Advances in Mechanical and Power Engineering: CAMPE 2021*. Lecture Notes in Mechanical Engineering, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18487-1_26

UDC 621.039.51:004.942

МАТЕМАТИЧНЕ ТА МОДЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕНОСЕННЯ НЕЙТРОНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ OPENMC

В. Лаврухін ^[0009-0001-4926-1063]

Національний університет «Одеська політехніка», Україна

EMAIL: lavrslava@gmail.com