



Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара



Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України



ІНН «Інститут прикладного системного аналізу»  
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»



Київський національний університет ім. Т. Шевченка



ІТ компанія MalevichStudio ОÜ у Естонії

**XXI міжнародна науково-практична конференція**

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ**

**(МПЗІС-2023)**

*ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ*

**MATHEMATICAL SUPPORT AND SOFTWARE  
FOR INTELLIGENT SYSTEMS**

**(MSSIS-2023)**

*ABSTRACTS*

*До 105-річчя  
Дніпровського  
національного університету  
імені Олеся Гончара  
(1918 – 2023)*

**22-24 листопада 2023 року**

**Дніпро, Україна**

**Міжнародний науковий комітет**

М. Згуровський	– академік НАН України, Україна
І. Сергієнко	– академік НАН України, Україна
О. Хіміч	– академік НАН України, Україна
А. Чикрій	– академік НАН України, Україна
Ю. Крак	– член-кореспондент НАН України, Україна
Н. Панкратова	– член-кореспондент НАН України, Україна
V. Deineko	– професор, Англія
Y. Melnikov	– професор, США
O. Blyuss	– професор, Англія
T. Romanova	– професор, Англія
С. Яковлев	– професор, Польща
M.Polyakov	– засновник компанії Noosphere Ventures USA, Inc, США

**М 34 Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (МПЗІС-2023):** Тези доповідей XXI Міжнародної науково-практичної конференції, Дніпро, 22-24 листопада 2023 р. / Під загальною редакцією О.М. Кісельової. – Дніпро: ДНУ, 2023. – 328 с. – Текст: укр., англ.

Щорічна міжнародна науково-практична конференція «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем» (МПЗІС) є актуальним та затребуваним форумом фахівців з прикладної математики, інтелектуальних систем прийняття рішень, системного аналізу, новітніх інформаційних технологій. Конференція демонструє актуальність проблем розробки, створення та впровадження нового покоління систем управління та обробки інформації – інтелектуальних систем, а також тематики автоматизації управління в умовах прискореного розвитку математичної теорії і застосувань інтелектуальних систем і середовищ, їх широкого впровадження в повсякденну практику. Тези конференції публікуються в авторській редакції.

**М 34 Mathematical support and software for intelligent systems (MSSIS-2023):** Abstracts of the XXI International scientific and practical conference, Dnipro, November 22-24, 2023 / Under the general editorship of E.M. Kiseleva. – Dnipro: DNU, 2023. – 328 p. – Text: ukrainian, english.

The annual international scientific and practical conference "Mathematical support and software for intelligent systems" is a relevant and popular forum of specialists in applied mathematics, intelligent decision-making systems, system analysis and the latest information technologies. The conference demonstrates the relevance of the problems of development, creation and implementation of a new generation of information management and processing systems - intelligent systems, as well as of the topics of control automation in the context of accelerated development of mathematical theory and applications of intelligent systems and environments, their widespread adoption in everyday practice. Conference abstracts are published in the author's edition.

**Оргкомітет:**

<b>голова</b>	<b><u>Кісельова Олена Михайлівна</u></b> – член-кореспондент НАН України, декан факультету прикладної математики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, д-р фіз.-мат.наук, професор
<b>вчений секретар</b>	<b><u>Кузенков Олександр Олександрович</u></b> – канд.фіз.-мат.наук
<b>члени</b>	О.Г. Байбуз – д-р тех.наук; Н.А. Гук – д-р фіз.-мат.наук; Л.Л.Гарт – д-р фіз.-мат.наук; О.М. Притоманова – д-р фіз.-мат.наук; В.А. Турчина – канд.фіз.-мат.наук; Т.А. Зайцева – канд.фіз.-мат.наук; Н.В. Балейко – м.н.с.; Н.Є. Яцечко – пров.інж.
<b>Адреса Оргкомітету:</b>	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Кафедра обчислювальної математики та математичної кібернетики пр. Гагаріна,72, Дніпро, 49010, Україна телефон: +38(067)772-11-51 e-mail: <a href="mailto:mpzis_dnu@ukr.net">mpzis_dnu@ukr.net</a> URL : <a href="http://mpzis.dnu.dp.ua">mpzis.dnu.dp.ua</a>

## ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ РАДІОХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ

Чугай А.М.<sup>1,2</sup>, Яськова Є.Г.<sup>3</sup>, Старкова О.В.<sup>2</sup>

[chugay.andrey80@gmail.com](mailto:chugay.andrey80@gmail.com), [yelizavetayaskova@gmail.com](mailto:yelizavetayaskova@gmail.com),  
[olha.starkova@hneu.net](mailto:olha.starkova@hneu.net)

<sup>1</sup>Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

<sup>2</sup>Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця

<sup>3</sup>Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Сучасна медична практика постійно розвивається, і радіохірургія, як важливий напрямок, не стоїть осторонь. Радіохірургія - унікальний метод лікування пухлин та інших патологій, що дозволяє досягти високої ефективності без хірургічного втручання. Однак успішне радіохірургічне лікування вимагає не лише медичних знань, а й комплексного планування, щоб забезпечити точне постачання дози радіації, мінімізувати ризик пошкодження навколишніх здорових тканин і забезпечити оптимальне лікування для пацієнта. У цьому контексті розробка інтелектуальних систем для планування радіохірургічного лікування стала надзвичайно важливою, оскільки вони обіцяють значно покращити процес планування та результати лікування.

Інтелектуальні системи в медицині стали надійними партнерами лікарів і спеціалістів у галузі радіохірургії. Вони мають можливість аналізувати великі обсяги медичних даних, включаючи зображення, біометричні дані та дані пацієнтів, що дозволяє їм створювати точні та персоналізовані плани лікування.

Одним із методів неінвазійного лікування пухлин у людському організмі є радіохірургічний метод [1]. Декілька джерел радіації, які випромінюють гамма-промені, спрямовані на спільну точку, утворюючи концентровану високодозову радіаційну кулю. Основна задача геометричного проєктування під час лікування гамма-ножем полягає в оптимальному розташуванні набору куль у тривимірній пухлині довільної форми з максимальним коефіцієнтом заповнення. Значне перекриття

перекриття куль може призвести до зайвих доз радіації, тоді як контрольовані невеликі перекриття зазвичай прийнятні.

Радіохірургія гамма-ножем - це малоінвазивна медична процедура, яка використовує радіацію для усунення пухлин в організмі людини. Система Gamma Knife складається з кількох джерел випромінювання, які випромінюють гамма-промені, сфокусовані в центральній точці, створюючи концентровану сферу високої дози випромінювання. Основна геометрична проблема лікування гамма-ножем полягає в точному позиціонуванні серії сфер у тривимірній пухлині змінної форми. Значне перекриття сфер може призвести до надмірних доз, тоді як контрольоване, незначне перекриття, як правило, прийнятне.

Система Gamma Knife генерує нерівномірні радіаційні сфери різного радіусу. З практичної точки зору, загальноприйнята стратегія передбачає спочатку визначення розміщення більших сфер і подальше включення менших сфер у доступний простір. Основною метою є мінімізація радіаційного опромінення прилеглих тканин, одночасно максимізуючи дозу радіації на цільову область. Зменшення загальної кількості сфер може призвести до скорочення тривалості лікування.

На практиці часто використовують стратегію, коли спочатку розміщують більші кулі, а потім решту заповнюють дрібнішими кулями. Зменшення загальної кількості куль може скоротити тривалість лікування.

У цьому дослідженні розв'язується задача розміщення куль з контрольованим перекриттям у пухлині, яку задано як опуклий багатогранник. Основна мета – максимальне покриття області пухлини завдяки максимізації щільності розміщення куль. Водночас через обмеження на ступінь перекриття куль гарантується прийятна доза радіації.

Wang J. Packing of Unequal Spheres and Automated Radiosurgical Treatment Planning. Journal of Combinatorial Optimization. 1999. No. 3. P. 453–463. Doi: 10.1023/A:1009831621621.

## ЗМІСТ

1.	<b>Akhmetshina L.G., Yegorov A.A.</b> THE METHOD OF AUTOMATIC FILTERING GRAYSCALE IMAGES	3
2.	<b>Dupanova A., Moroz V.</b> SIMULATION OF CLIMATE CHANGE	5
3.	<b>Forkert P. P., Sydorova M. G.</b> ADVANTAGES OF GOLANG AS A FOUNDATION FOR NEW PROGRAMMING LANGUAGES	7
4.	<b>Hart L. L.</b> ON OPTIMIZATION TECHNIQUES FOR SOLVING CONTROL PROBLEMS WITH PHASE CONSTRAINTS	9
5.	<b>Hart L.L., Olkhova Y.E.</b> NUMERICAL ANALYSIS OF ECONOMIC PROCESSES USING VOLTERRA'S INTEGRAL EQUATIONS	11
6.	<b>Iskandarova-Mala A., Nakonechna T.</b> ENHANCING OBJECTIVITY IN RANKING SYSTEMS THROUGH STATISTICAL METHODS AND OUTLIER DETECTION	13
7.	<b>Kiseleva O., Kuzenkov O., Lozovskyi A.</b> THE RISK MANAGEMENT IN LOGISTICS PROBLEMS	14
8.	<b>Kiseleva O., Kuzenkov O., Feschenko M.</b> ALGORITHMS AND METHODS FOR 3D PRINTING TRAJECTORIES	16
9.	<b>Kiseleva O., Prytomanova O., Lebediev D.</b> OBJECT-ORIENTED APPROACH TO PROGRAMMABLE SOLUTION OF TWO-STAGE LOCATION-ALLOCATION PROBLEMS	18
10.	<b>Kiseleva O., Prytomanova O., Filat O.</b> THE APPLICATION OF SET PARTITIONING THEORY IN SOLVING CLUSTERING ANALYSIS PROBLEMS	20
11.	<b>Koshel E.</b> HYPER NEURAL ODE FOR UNIVARIATE TIME SERIES ANALYSIS	21
12.	<b>Kumar A. J., Sushentsev N., Sanmugalingam N., Zaikin A., Barrett T., Blyuss O.</b> DEVELOPING A PREDICTIVE MODEL FOR BASELINE DETECTION OF THE RISK OF PROSTATE CANCER PROGRESSION ON ACTIVE SURVEILLANCE	23
13.	<b>Kuzenkov O., Masych M., Siryk S.</b> DESIGN AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE SERVER PART OF THE “SVITLO” – THE ALTERNATIVE NOTIFICATION SYSTEM	25
14.	<b>Kuzenkov O., Oleshko O.</b> DESIGN AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE CLIENT PART OF THE “SVITLO” – THE ALTERNATIVE NOTIFICATION SYSTEM	27
15.	<b>Musiienko D.</b> COGNITIVE MODELING OF ENERGY INFRASTRUCTURE PERFORMANCE ASSESSMENT	29
16.	<b>Pankratova N.</b> FUNCTIONAL SURVIVABILITY OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS. MODELS, METHODS, DIGITAL TWINS	31
17.	<b>Pankratova N., Golinko I.</b> MATHEMATICAL MODELS DEVELOPMENT OF DIGITAL TWIN UNDER CONCEPTUAL UNCERTAINTY CONDITIONS	33
18.	<b>Poslaiko N.I.</b> ABOUT ONE APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF NON-DESTRUCTIVE TESTING	35
19.	<b>Romanova T., Stoyan Y., Bennell J.</b> PACKING AND CUTTING BEYOND AND WITHIN MATHEMATICAL PROGRAMMING	37
20.	<b>Semenova N., Lomaha M., Semenov V.</b> SOLVABILITY CONDITIONS FOR THE VECTOR INTEGER PROBLEMS OF LEXICOGRAPHIC OPTIMIZATION	40

<b>157.</b>	<b>Удалов М.М., Дзюба П.А. ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ФЕЙКОВИХ НОВИН</b>	<b>295</b>
<b>158.</b>	<b>Хоменко І. В., Сафронова І. А., Сердюк М. Є. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ, СПОТВОРЕНИХ ШУМАМИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ</b>	<b>297</b>
<b>159.</b>	<b>Чайковський Є.Ю., Мацуга О.М. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЗСУНЕНОСТІ ОЦІНКИ КОЕФІЦІЄНТА АСИМЕТРІЇ</b>	<b>299</b>
<b>160.</b>	<b>Чорний М.А., Дзюба П.А. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЙ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ</b>	<b>300</b>
<b>161.</b>	<b>Чугай А.М., Яськова Є.Г., Старкова О.В. ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОСКТУВАННЯ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ РАДІОХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ</b>	<b>302</b>
<b>162.</b>	<b>Шевченко Р.Р., Мацуга О.М. ВИКОРИСТАННЯ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ПУХЛИН НА БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ</b>	<b>304</b>
<b>163.</b>	<b>Шеремет В.С., Мацуга О.М. АЛГОРИТМИ ВІДНОВЛЕННЯ КУСКОВИХ РЕГРЕСІЙ ТА ЇХ ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ</b>	<b>306</b>
<b>164.</b>	<b>Шолін К.С., Козакова Н.Л. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ДЛЯ РАНЖУВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ</b>	<b>308</b>
<b>165.</b>	<b>Щербак Р.О., Шевельова А.Є. РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНОЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ПОЛЯРИЗАЦІЇ БІМАТЕРІАЛЬНОГО П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО КОМПОЗИТУ</b>	<b>309</b>
<b>166.</b>	<b>Щур С.М., Божуха Л.М. ПРО ПІДХІД ДО ВІДТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ У ВОКСЕЛЬНОМУ ПРЕДСТАВЛЕННІ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ</b>	<b>310</b>
<b>167.</b>	<b>Юденцев О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ У СФЕРІ МОРСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ</b>	<b>312</b>
<b>168.</b>	<b>Юрков Р.С., Книш Л.І. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПРЯЖЕНОЇ ЗАДАЧІ СТЕФАНА В ТЕПЛОВОМУ АКУМУЛЯТОРІ З ФАЗОВИМ ПЕРЕХОДОМ “ТВЕРДЕ ТІЛО - РІДИНА”</b>	<b>314</b>
<b>169.</b>	<b>Яськов Г., Романова Т.Є., Чугай А.М., Стоян Ю.Є. ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ТОПОЛОГІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ</b>	<b>316</b>
<b>170.</b>	<b>Яцинич Р.В., Басюк Т. М. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОРЕНДИ ТА ПРОДАЖУ НЕРУХОМОСТІ</b>	<b>318</b>