

ВИСНОВОК

комісії спеціалізованої Вченої ради Д 64.051.09

Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна МОН України

щодо дисертаційної роботи Кузенкова Олександра Олександровича

«Динамічні задачі оптимального розбиття множин: математичні моделі, методи, алгоритми, практичне застосування»,

поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Комісія у складі: чл.-кор. НАН України, д.т.н., с.н.с. Л. Ф. Гуляницького, д.ф.м.н., проф. О. О. Литвина, д.т.н., с.н.с. А. М. Чугая, розглянувши дисертаційну роботу О. О. Кузенкова «Динамічні задачі оптимального розбиття множин: математичні моделі, методи, алгоритми, практичне застосування», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, вважає таке.

Дисертація Кузенкова О. О. є закінченою науково-дослідною роботою, яка присвячена вирішенню актуальної наукової проблеми розробки теоретичного апарату та методів розв'язання динамічних задач оптимального розбиття множин у класичних та ускладнених постановках, як в умовах визначеності, так і невизначеності, а також забезпеченню їх чисельної реалізації та застосуванню для розв'язання практично важливих технічних задач. У роботі сформульовано нові постановки динамічних задач оптимального розбиття множин: з фіксованими центрами підмножин; з відшуканням змінних координат центрів; в умовах параметричної невизначеності. Розроблено нові класи математичних моделей зазначених динамічних задач оптимального розбиття множин. Побудовано методи розв'язання сформульованих класів моделей, що базуються на теорії оптимального розбиття множин, якісній теорії диференціальних рівнянь, методах негладкої оптимізації, зокрема τ -алгоритмі Н. З. Шора. Розроблено алгоритми чисельної реалізації методів розв'язання динамічних задач оптимального розбиття множин для різних класів моделей. Сформовано методику обробки невизначеності, зокрема шляхом застосування нейро-нечіткої ідентифікації параметрів у математичних моделях. Створено програмне забезпечення для реалізації розроблених алгоритмів. Проведено експерименти для аналізу точності, стійкості та ефективності запропонованих моделей і алгоритмів. Розроблені моделі та методи імплементовано у прикладні задачі технічного спрямування, зокрема задачі оптимального розміщення вогневих груп, зонування територій для

забезпечення медичними послугами, побудови оптимальних траєкторій тривимірного друку.

Актуальність роботи.

Широкий перелік практично важливих задач різного типу та спрямованості, різних галузей та складності можна звести до задач розбиття множин на підмножини з мінімізацією/максимізацією певного критерію або оптимізацією значення цільового функціоналу. До таких задач можна віднести задачі класифікації, кластеризації, розміщення, маршрутизації, розбиття, покриття, розподілу ресурсів, оптимального керування тощо. Умовно такі задачі, залежно від прикладного змісту, можна поділити на неперервні (для континуальної множини, що підлягає розбиттю) та дискретні.

До найпоширеніших задач, що класифікуються як неперервні, можна віднести нескінченновимірні транспортні задачі та нескінченновимірні задачі розміщення підприємств. У таких задачах вважається, що область, яка підлягає розбиттю, неперервно заповнена споживачами. Основною метою розв'язання таких задач є розбиття множини на підмножини, що обслуговуватимуться центрами забезпечення/виробництва для мінімізації витрат на транспортування продукції від центру постачання до споживача.

Широкий перелік задач у різних постановках обумовлений змістовним спектром варіацій таких задач. Зокрема, задачі в постановці можуть відрізнятися складністю (лінійні, нелінійні), кількістю продуктів (однопродуктові, багатопродуктові), стохастичністю (стохастичні, детерміновані), статичністю (статичні, динамічні), розміщенням центрів (з фіксованими центрами та з їх відшукуванням) та іншими аспектами. Таким чином, задачі оптимального розбиття множин у своїй математичній постановці можуть по-різному комбінувати названі характеристики, змінюючи не тільки математичну постановку задачі, але й застосовні методи, що суттєво залежать від обмежень задачі та прикладного застосування таких постановок. Слід зазначити, що результати застосування сучасних методів розв'язання таких задач показують високу адекватність та є інтуїтивно зрозумілими, проте, на відміну від евристичних рішень, є більш чисельно конкретизованими, що дозволяє отримати рішення з більш оптимальним значенням цільового функціоналу.

Одним із вагомих та малодосліджених у наш час напрямів розвитку теорії оптимального розбиття множин є відповідні задачі в динамічних постановках. Переважна більшість задач, що розглядаються та досліджуються, містять статичні параметри. Проте очевидно, що, принаймні, такі фактори, як вартість перевезення

та потужність виробництв, можуть змінюватися з плином часу або залежати, наприклад, від типу продукції, що виготовляється, рівня інфляції, вартості паливно-мастильних матеріалів тощо. Намагання власників виробництв розширити спектр товарів, збільшити обсяги виробництва або амортизувати транспортні засоби для зменшення середньої вартості перевезення одиниці продукції є рушійними для розвитку бізнесу.

Серед вітчизняних та закордонних науковців існує ряд опублікованих робіт з тематики динамічних задач теорії оптимального розбиття множин. Проте в цих роботах під динамічними аспектами, здебільшого, розуміється не стільки динамічність властивостей параметрів моделі, скільки застосування управління до системи, в якій можливі динамічні прояви. Саме тому актуальними у наш час залишаються динамічні задачі оптимального розбиття множин, де під динамічністю розуміється мінливість у часі ключових параметрів системи та залежність оптимального розбиття від фазової траєкторії заданої динамічної системи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження проводилися відповідно до планів наукових досліджень науково-дослідної лабораторії оптимізації складних систем кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара у межах держбюджетних тем: «Математичні моделі і методи оптимізації складних систем на основі нелінійної теорії оптимального розбиття множин» (№ держреєстрації 0112U000193, 2012–2014 рр.), «Математичні моделі та алгоритми розв'язання неперервних задач покриття на основі теорії оптимального розбиття множин» (№ держреєстрації 0115U002392, 2015–2017 рр.), «Розробка математичних моделей та алгоритмів розв'язання прикладних задач класифікації, кластеризації на основі теорії оптимального розбиття множин» (№ держреєстрації 0119U100600, 2019–2021 рр.), а також у рамках наукових тем «Математичні моделі, методи та алгоритми аналізу складних систем» (№ держреєстрації 0113U003558, 2013–2015 рр.), «Теоретичні основи математичних моделей та методів дослідження складних систем» (№ держреєстрації 0116U002214, 2016–2018 рр.), «Математичні моделі, методи та алгоритми розв'язання задач аналізу складних систем» (№ держреєстрації 0119U101302, 2019–2021 рр.) при кафедрі обчислювальної математики та математичної кібернетики відповідно до тематичних планів науково-дослідних робіт Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Наукова новизна найсуттєвіших результатів, одержаних автором, полягає у такому:

– вперше узагальнено класифікацію динамічних задач оптимального розбиття множин залежно від типів параметрів, що дозволило враховувати їх динамічні зміни;

– вперше запропоновано методологію розв'язання неперервних динамічних задач оптимального розбиття множин на основі інтеграції методів теорії оптимального розбиття множин, якісної теорії диференціальних рівнянь і методів негладкої оптимізації;

– вперше розроблено методи розв'язання динамічних задач оптимального розбиття з відшукуванням центрів підмножин із застосуванням r -алгоритму Шора, що дозволило враховувати негладкість цільової функції;

– вперше розроблено метод нейро-нечіткої ідентифікації параметрів у динамічних задачах оптимального розбиття множин в умовах невизначеності;

– набули подальшого розвитку математичні моделі задач оптимального розбиття множин, що дозволило враховувати еволюцію параметрів системи в часі;

– набули подальшого розвитку методи розв'язання динамічних задач оптимального розбиття множин шляхом побудови відповідних чисельних схем з урахуванням аналізу якісних властивостей систем диференціальних рівнянь;

– удосконалено моделі динамічних задач оптимального розбиття множин в умовах невизначеності із застосуванням теорії оптимального розбиття множин та нечіткої логіки;

– удосконалено підходи до моделювання оптимізаційних задач динамічного розбиття множин із формулюванням нових постановок прикладних задач за умов параметричної невизначеності;

Практичне значення роботи.

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи полягає в розробці нових ефективних методів і алгоритмів для розв'язання динамічних задач оптимального розбиття множин, які мають теоретичне обґрунтування та програмну реалізацію. Створені програмні комплекси застосовані для розв'язання прикладних оптимізаційних проблем, що у формалізованому вигляді зводяться до неперервних задач оптимального розбиття множин. Серед таких задач:

– зонування територій для забезпечення доступу до медичних установ в умовах поширення інфекцій, що підтверджується довідкою про впровадження

результатів дисертаційного дослідження на рівні Дніпропетровської обласної державної адміністрації та Дніпропетровської обласної ради;

– побудова оптимальних траєкторій у процесах тривимірного друку, що підтверджується довідкою про впровадження результатів дисертаційного дослідження на ТОВ “Скайрора” (Skyrora UA);

– оцінка ефективності розміщення центрів гірничого обладнання до місць видобутку корисних копалин, що підтверджується актом про впровадження науково-прикладних розробок придніпровського нацкового центру НАН України та МОН України;

– динамічне розміщення вогневих груп, що підтверджується пам’ятним нагрудним знаком “За сприяння Повітряним Силам Збройних Сил України”.

Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара під час викладання автором дисциплін «Математичні основи інформаційних технологій» та «Основи системного аналізу», а також у процесі керівництва курсовими й дипломними роботами студентів факультету прикладної математики та інформаційних технологій, які навчалися за спеціальностями F1 (113) – прикладна математика та F4 (124) – системний аналіз.

Обґрунтованість і достовірність результатів.

Достовірність отриманих автором результатів забезпечується:

– використанням класичних, загальноновизнаних математичних моделей задач оптимального розбиття множин;

– застосуванням строгих математичних перетворень;

– використанням відомих, загальноновизнаних і в повній мірі досліджених методів розв’язання різних класів задач оптимального розбиття множин, зокрема τ -алгоритму Н. З. Шора;

– ретельним тестуванням розроблених алгоритмів на численних тестових задачах;

– порівнянням отриманих результатів розрахунків з існуючими практичними результатами, у тому числі результатами, отриманими іншими авторами.

Повнота викладення положень дисертації.

Основні наукові результати дисертаційної роботи повною мірою викладено в 44 наукових публікаціях, з них 26 статей [1–26] та 18 тез доповідей [27–44] у збірниках матеріалів міжнародних наукових конференцій. Серед 26 статей 13 статей [4–17] – у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових

видань України з відповідної дисертаційної роботи наукової галузі (відповідних спеціальностей), 7 статей [1–4, 18–20] – у наукових періодичних виданнях інших держав із напряду, з якого підготовлено дисертацію, включених до наукометричної бази Scopus, серед яких 2 [1, 2] наукові публікації у виданнях, віднесених до першого квартиля (Q1) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports та 6 [21–26] інших статей за темою дисертаційної роботи.

Усі основні наукові результати, викладені в дисертаційній роботі, отримані автором особисто, зокрема й визначення загального плану досліджень. У працях, що опубліковані у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в такому: [1] – постановка чисельного експерименту, якісний аналіз математичної моделі; [2], [4] – побудова математичної моделі, якісний аналіз математичної моделі, постановка чисельного експерименту; [3], [5], [6] – побудова математичної моделі, постановка чисельного експерименту, ретроспективний аналіз отриманих результатів; [7], [13] – побудова математичної моделі, якісний аналіз математичної моделі, постановка чисельного експерименту, прикладна інтерпретація отриманих результатів; [8], [9], [10] – побудова математичної моделі, якісний аналіз математичної моделі, постановка чисельного експерименту; [14] – постановка задачі, побудова математичної моделі; [15], [19] – постановка задачі, побудова математичної моделі, постановка чисельного експерименту; [16] – побудова математичної моделі, формалізація методу та алгоритму дослідження; [17], [18], [20] – формалізація задачі, побудова математичної моделі, розробка алгоритму, інтерпретація отриманих результатів.

Перелік опублікованих праць за темою дисертації

1. Kiseleva O., Yakovlev S., Prytomanova O., Kuzenkov O. Mathematical Modeling of Regional Infectious Disease Dynamics Based on Extended Compartmental Models. *Computation* (2025), 13(8), 187. ISSN: 2079-3197, DOI: 10.3390/computation13080187 (*Scopus, Q1*)
2. Kiseleva O., Yakovlev S., Chumachenko D., Kuzenkov O. Exploring Bifurcation in the Compartmental Mathematical Model of COVID-19 Transmission. *Computation* 2024, 12, 186. ISSN: 2079-3197, DOI: 10.3390/computation12090186 (*Scopus, Q1*)
3. Busher V., Chorny O., Kuzenkov O., Tryputen M., Kuznetsov V., Rumiantsev V. Investigation of the Bifurcation Properties of the Dynamics of a Biological Population Based on a Logistic Model. *Lecture Notes in Networks and*

Systems, vol. 463. Springer, Cham. P. 203–212, ISSN: Print: 2367-3370, Electronic: 2367-3389, DOI: 10.1007/978-3-031-03877-8_18 (*Scopus, Q4*)

4. Stopkin V., Nikolenko A., Kuznetsov V., Tryputen M., Kuzenkov O. The Urgency of Using Adaptive Observers to Identify the Parameters of the DC. *Smart Technologies in Urban Engineering*. Vol. 536, P. 213–224. ISSN: Print: 2367-3370, Electronic: 2367-3389. DOI: 10.1007/978-3-031-20141-7_20 (*Scopus, Q4*)

5. Kuzenkov O., Dubovyk V. Software implementation of the COVID-2019 spread simulation algorithm using the theory of optimal set partitioning. *Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій*. № 24 (2020). – ДНУ, 2020. С. 96–103. ISSN-print: 2312-119X, DOI: 10.15421/432011

6. Кісельова О. М., Кузенков О. О. Програмна реалізація алгоритму розв'язання динамічної задачі побудови оптимальних траєкторій тривимірного друку. *Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій*. № 25 (2021). – ДНУ, 2021. С. 182–197. ISSN-print: 2312-119X, DOI: 10.15421/432119

7. Kiseleva E., Kuzenkov O., Dubovyk V. Software implementation of the algorithm for solving the dynamic problem of optimal placement of fire groups. *Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій*. № 26 (2022). – ДНУ, 2022. С. 137–145. ISSN-print: 2312-119X, DOI: 10.15421/432217

8. Kostenko O., Kuzenkov O. Solving the facility location problem by genetic algorithms. *Computer-integrated technologies: education, science, production*, Lutsk, 2023, Vol. 53, P. 125–131, ISSN: 2524-0552, DOI: 10.36910/6775-2524-0560-2023-53-19

9. Kuzenkov O., Lozovskyi A. Software development for solving the dynamic problem of optimal set partitioning with fixed centers. *Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій*. № 27 (2023). – ДНУ, 2023. С. 212–220. ISSN-print: 2312-119X, DOI: 10.15421/432320

10. Kuzenkov O., Kostenko O. Software development for solving the dynamic problem of optimal set partitioning with determination of the coordinates of their centers. *Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій*. № 28 (2024). – ДНУ, 2024. С. 306–317. ISSN-print: 2312-119X, DOI: 10.15421/432429

11. Kuzenkov O.O. Algorithms and methods in dynamic problems of optimal track placement in three-dimensional printing. *System technologies: collection of scientific works*. – Dnipro, 2025. – Volume 2 (№ 157). P. 154–169. ISSN: Print: 1562-9945, Online: 2707-7977, DOI: 10.34185/1562-9945-2-157-2025-16

12. Kuzenkov O. Algorithms and methods in dynamic problems of optimal placement of fire groups. *Modern problems of metallurgy*. № 28 (2025). – Дніпро:

УДУНТ, 2025. Р. 294–309. ISSN-print 1991-7848, ISSN-online 2707-9457, DOI: 10.34185/1991-7848.2025.01.17

13. Kuzenkov O., Dubovyk V. Development of a dynamic partitioning model and a software system for image segmentation in the implementation of computer vision for robotic systems. Сучасні проблеми моделювання. № 27 (2025). – МДПУ, 2025. С. 123–135. ISSN-print: 2313-125X, DOI: 10.33842/2313-125X-2025-19-123-135

14. Яковлев С. В., Кісельова О. М., Гарт Л. Л., Кузенков О. О., Закутній Д. В. Про динамічну задачу оптимального розбиття множин з фіксованими центрами. Сучасні проблеми моделювання. № 28 (2025). – МДПУ, 2025. С. 190–203. ISSN-print: 2313-125X, DOI: 10.33842/2313-125X-2025-30-190-203

15. Кісельова О., Притоманова О., Кузенков О. Про динамічну задачу оптимального розбиття множин із фіксованими центрами за умов невизначеності. Міжнародний науково-технічний журнал «Проблеми керування та інформатики», 2025, № 4. С. 6–23. ISSN: 2786-6491. URL: <https://jais.net.ua/index.php/files/article/view/525/599>

16. Kiseleva E. M., Prytomanova O. M., Kuzenkov O.O. Software implementation of an algorithm for solving a dynamic problem of optimal set partitioning under uncertainty. Science and transport progress. – Д.: УДУНТ, 2025, 3(111). Р. 59–67. DOI: 10.15802/stp2025/342252

17. Kiseleva E., Kuzenkov O. On the dynamic problem of optimal set partitioning with determination of subset center coordinates. Bulletin of V .N. Karazin Kharkiv National University, Series “Mathematical modeling. Information technology. Automated control systems”, (65). Р. 35–47. DOI: 10.26565/2304-6201-2025-65-03

18. Kiseleva E., Hart L., Prytomanova O., Kuzenkov O. An algorithm to construct generalized Voronoi diagrams with fuzzy parameters based on the theory of optimal partitioning and neuro-fuzzy technologies. Workshop Proceedings of the 8th International Conference on “Mathematics. Information Technologies. Education”, MoML&T&DS-2019, Shatsk, Ukraine, June 2–4, 2019. Р. 148–162, ISSN: 1613-0073, URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2386/paper12.pdf> (*Scopus, Q4*)

19. Kuzenkov O., Serdiuk T., Kuznetsova A., Tryputen M., Kuznetsov V., Kuznetsova Y. Mathematical model of dynamics of homomorphic objects. Proceedings of the 1st International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2019), Mykolaiv, Ukraine, November 14–15, 2019. Р. 190–205, ISSN: 1613-0073, URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2516/paper15.pdf> (*Scopus, Q4*)

20. Kiseleva O., Kuzenkov O., Yakovlev S. Mathematical Modeling of Rhesus Agglutinin Dynamics in the Human Population. Proceedings of the 3rd International Workshop of IT-professionals on Artificial Intelligence (ProfIT AI 2023), Waterloo, Canada, November 20–22, 2023. P. 270–275, ISSN: 1613-0073, URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3641/short8.pdf> (*Scopus, Q4*)

21. Кузенков О. О., Падалко В. Г. Розробка математичної моделі популяційної динаміки резус-аглютиногену. Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2017. – Вип. 17. С. 125–133. ISSN: 2074-5893. DOI: 10.15421/321714

22. Кісельова О. М., Кузенков О. О., Падалко В. Г. Математичне моделювання розповсюдження COVID-19 у Дніпропетровській області. Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2020. – Вип. 20. – С. 65–73. ISSN: 2074-5893, DOI: 10.15421/322006

23. Кісельова О. М., Кузенков О. О., Балеєко Н. В. Узагальнені підходи до моделювання розповсюдження COVID-19 на закритих та відкритих ареалах. Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2021. – Вип. 21. – С. 105–115, ISSN: 2074-5893, DOI: 10.15421/322111

24. Кісельова О. М., Кузенков О. О. Класифікація (не)лінійних біфуркаційних кривих та гіперповерхонь математичної моделі міжгрупових взаємодій у випадку роздільної ніші. Питання прикладної математики і математичного моделювання. – Д.: ДНУ, 2023. – Вип. 23. – С. 83–93. ISSN: 2074-5893. DOI: 10.15421/322333

25. Kiseleva E. M., Hart L. L., Kuzenkov O. O., Zakutnii D. V. On the implementation of algorithms for solving the simplest dynamic problem of optimal set partitioning. Problems of applied mathematics and mathematical modeling: collection of scientific works. – Dnipro, 2024. – Volume 24. P. 66–75. ISSN: 2074-5893, DOI: 10.15421/322407

26. Kiseleva E. M., Prytomanova O. M., Hart L. L., Zaytseva T. A., Kuzenkov O. O. Application of mathematical methods of artificial intelligence to solve problems of optimal set partitioning. Problems of applied mathematics and mathematical modeling: collection of scientific works. – Dnipro, 2024. – Volume 24. P. 89–98. ISSN: 2074-5893. DOI: 10.15421/322409

Список опублікованих праць апробаційного характеру

27. Kuzenkov O., Kuznetsov V., Tryputen N. Analysis of phase trajectories of the third-order dynamic objects. 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and

Computer Engineering (UKRCON), Lviv, Ukraine, 2019, pp. 1235–1243.
DOI: 10.1109/UKRCON.2019.8879819 (*Scopus*)

28. Кісельова О. М., Падалко В. Г., Кузенков О. О. Математичне моделювання розповсюдження COVID-19 у Дніпропетровській області. Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем : тези доповідей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції, 18–20 листопада. – Д.: 2020. – С. 129–130.

29. Кісельова О. М., Кузенков О. О. Математичне моделювання періодичних процесів розповсюдження COVID-19 у Дніпропетровській області. Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем : тези доповідей XIX Міжнародної науково-практичної конференції, 17–19 листопада. – Д.: 2021. – С. 84.

30. Костенко О. В., Кузенков О. О. Алгоритми розв’язання логістичних задач. Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем : тези доповідей XX Міжнародної науково-практичної конференції, 23–25 листопада. – Д.: 2022. – С. 110.

31. Kuzenkov O., Lozovskyi A. Algorithms for solving logistic problems under conditions of uncertainty. Mathematical Support and Software for Intelligent Systems (MSSIS-2022): Abstracts of the XX International Scientific and Practical Conference. – November 23–25. – Dnipro: DNU, 2022. – P. 118–119.

32. Kuzenkov O., Busher V., Chorny O., Nikolenko A., Kuznetsov V., Savvin O. Nonlinear Analysis of Bifurcatory Properties of Mathematical Model of Subpopulation Dynamics in the Case of a Single Niche for Subpopulation. 2022 IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), 04–07 October 2022. (*Scopus*). DOI: 10.1109/SAIC57818.2022.9923003

33. Kiseleva O., Kuzenkov O., Lozovskyi A. The risk management in logistics problems. Mathematical Support and Software for Intelligent Systems (MSSIS-2023): Abstracts of the XXI International Scientific and Practical Conference. – November 22–24. – Dnipro: DNU, 2023. – P. 14–15.

34. Kiseleva O., Kuzenkov O., Feschenko M. Algorithms and methods for 3D printing trajectories. Mathematical Support and Software for Intelligent Systems (MSSIS-2023): Abstracts of the XXI International Scientific and Practical Conference. – November 22–24. – Dnipro: DNU, 2023. – P. 16–17.

35. Kuzenkov O., Masych M., Siryk S. Design and software implementation of the server part of the “Svitlo” – the alternative notification system. Mathematical Support and Software for Intelligent Systems (MSSIS-2023): Abstracts of the XXI

International Scientific and Practical Conference. – November 22–24. – Dnipro: DNU, 2023. – P. 25–26.

36. Kuzenkov O., Oleshko O. Design and software implementation of the client part of the “Svitlo” – the alternative notification system. Mathematical Support and Software for Intelligent Systems (MSSIS-2023): Abstracts of the XXI International Scientific and Practical Conference. – November 22–24.–Dnipro: DNU,2023.–P.27–28.

37. Kostenko O., Honcharova Yu., Kuzenkov O. The main transport problems. Сучасні науково-технічні дослідження у контексті мовного простору (англійською мовою): матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих науковців та студентів. – Дніпро, 11 травня 2023 р. – Дніпро: Видавець Біла К. О., 2023. – С. 271–273.

38. Kiseleva O. M., Kuzenkov O. O. Use of discrete and continuous algorithms for the construction of an optimal trajectory in 3D printing. Automatics 2024: Abstracts of the XXVII International Conference of Automatic Control, Dnipro, November 20–22, 2024. – Dnipro: DNU, 2024. – P. 28.

39. Кісельова О. М., Гарт Л. Л., Кузенков О. О., Закутній Д. В. Про найпростішу динамічну задачу оптимального розбиття множин. Автоматика 2024: тези XXVII Міжнародної конференції з автоматичного керування, Дніпро, 20–22 листопада 2024 р. – Дніпро: ДНУ, 2024. – С. 121–122.

40. Kiseleva O. M., Yakovlev S. V., Prytomanova O. M., Kuzenkov O. O. Mathematical modeling of spatial dynamics of infectious diseases. Automatics 2024: Abstracts of the XXVII International Conference of Automatic Control, Dnipro, November 20–22, 2024. – Dnipro: DNU, 2024. – P. 30–32.

41. Kozakova N. L., Hryhorenko O., Kuzenkov O. O., Baleyko N. Mathematical modeling of the problems of optimal distribution and planning in conditions of uncertainty. Mathematical Support and Software for Intelligent Systems (MSSIS-2024): Abstracts of the XXII International Scientific and Practical Conference, Dnipro, November 20–22, 2024 / Under the general editorship of E. M. Kiseleva. – Dnipro: DNU, 2024. – P. 26.

42. Kozakova N. L., Lupynskyi S., Kuzenkov O. O., Baleyko N. Bifurcation analysis and control in natural process models related to distribution and allocation. Mathematical Support and Software for Intelligent Systems (MSSIS-2024): Abstracts of the XXII International Scientific and Practical Conference, Dnipro, November 20–22, 2024 / Under the general editorship of E. M. Kiseleva. – Dnipro: DNU, 2024. – P. 27.

43. Kozakova N. L., Shvedov V., Kuzenkov O. O., Baleyko N. Algorithmic approaches to solving dynamic problems of optimal placement and distribution. Mathematical Support and Software for Intelligent Systems (MSSIS-2024): Abstracts of

the XXII International Scientific and Practical Conference, Dnipro, November 20–22, 2024 / Under the general editorship of E. M. Kiseleva. – Dnipro: DNU, 2024.–P.28–29.

44. Kostenko O.V., Kuzenkov O.O. Solution of the facility location problem using the genetic algorithm method. Mathematical Support and Software for Intelligent Systems (MSSIS-2024): Abstracts of the XXII International Scientific and Practical Conference, Dnipro, November 20–22, 2024 / Under the general editorship of E. M. Kiseleva. – Dnipro: DNU, 2024. – P. 305–306.

Апробація результатів дисертації.

Основні ідеї, принципи, положення і результати дисертаційного дослідження доповідалися й обговорювалися на наукових конференціях та семінарах різного рівня, серед яких: II Всеукраїнська конференція з електроніки та комп'ютерної інженерії (UKRCON 2019); XVIII, XIX, XX, XXI, XXII Міжнародні науково-практичні конференції “Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем” (МПЗІС 2020–2024); III Міжнародна конференція з системного аналізу та інтелектуальних обчислень (SAIC 2022); Міжнародна конференція smart-технологій в міському інжинірингу (STUE 2023); II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих науковців та студентів “Сучасні науково-технічні дослідження у контексті мовного простору” (Дніпро, 2023); XXVII Міжнародна конференція з автоматичного керування «Автоматика 2024» (Дніпро, 2024); науковий семінар “Теорія оптимальних рішень”.

Відповідність дисертації обраній спеціальності та профілю спеціалізованої вченої ради.

Комісія спеціалізованої вченої ради вважає, що дисертаційна робота Кузенкова О. О. «Динамічні задачі оптимального розбиття множин: математичні моделі, методи, алгоритми, практичне застосування» відповідає вимогам МОН України до докторських дисертацій з технічних наук, відповідає профілю спеціалізованої вченої ради Д 64.051.09 та паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, а саме формулі спеціальності та напрямкам досліджень, що стосуються розвитку математичного моделювання та обчислювальних методів як інструментальних комп'ютерних засобів розв'язання важливих технічних задач.

Загальний висновок

1. Дисертація Кузенкова Олександра Олександровича «Динамічні задачі оптимального розбиття множин: математичні моделі, методи, алгоритми,

практичне застосування» за темою та змістом виконаних досліджень відповідає науковій спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи (технічні науки).

2. Тема дисертації відповідає профілю спеціалізованої вченої ради Д 64.051.09.

3. За змістом і обсягом виконаних досліджень дисертація відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

4. Результати дисертаційного дослідження достатньою мірою відображені в опублікованих наукових працях.

5. Результати досліджень, викладені в дисертації, отримані особисто автором або за його особистої участі.

6. У дисертації відсутній запозичений матеріал без посилання на автора або джерело запозичення. Посилання на співавторів у наукових працях, виконаних здобувачем у співавторстві, наведені коректно.

7. Текст дисертації є оригінальним.

На підставі викладеного комісія пропонує:

1. Дисертацію Кузенкова О. О. «Динамічні задачі оптимального розбиття множин: математичні моделі, методи, алгоритми, практичне застосування», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, рекомендувати прийняти до захисту в спеціалізованій вченій раді Д 64.051.09 при Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна.

2. Рекомендувати призначити офіційними опонентами:

– Стецюка Петра Івановича, члена-кореспондента НАН України, доктора фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника, завідувача відділу методів негладкої оптимізації Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, м. Київ, Україна;

– Скоба Юрія Олексійовича, доктора технічних наук, професора, професора кафедри математичного моделювання та штучного інтелекту Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

– Чугая Андрія Михайловича, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника відділу нелінійної механіки та математичного моделювання Інституту енергетичних машин та систем ім. А. М. Підгорного НАН України;

Рекомендовані опоненти є провідними фахівцями за тематикою дисертаційної роботи.

3. Затвердити список розсилки автореферату (список додається).

Голова комісії:

член-кореспондент НАН України,

д.т.н., с.н.с.



Л. Ф. Гуляницький

Члени комісії: комісії:

д.ф.-м.н., проф.



О. О. Литвин

д.т.н., с.н.с.



А. М. Чугай

Підписи членів комісії спеціалізованої вченої ради засвідчую:

Вчений секретар спеціалізованої

вченої ради Д 64.051.09



Є. С. Меньяйлов