АНОТАЦІЯ

Хамітов В. М. Моделі та методи підвищення конфіденційності та цілісності обміну зображеннями для групи довірених користувачів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» (12 – Інформаційні технології). – Національний університет «Одеська політехніка», МОН України, Одеса, 2026.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, що пов’язана з розробкою моделі та методів підвищення конфіденційності та цілісності обміну зображеннями для групи довірених користувачів. Визначено об'єкт, предмет, мету, задачі та методи дослідження; наведено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів; висвітлено особистий внесок здобувача, наведено основні дані щодо апробації роботи, публікацій, відомості про структуру та загальну характеристику дисертаційної роботи.

В першому розділі дисертаційної роботи проведено аналіз проблеми підвищення конфіденційності та цілісності обміну зображеннями для групи довірених користувачів.

Проаналізовано основні підходи до підвищення конфіденційності та цілісності обміну зображеннями для групи довірених користувачів. Визначено, що однією з перспективних тем досліджень для підвищення конфіденційності та цілісності є захисне перетворення зображень на основі хаотичних відображень. За результатами проведеного аналізу сформульовано мету та завдання досліджень.

У другому розділі дисертаційної роботи розроблено метод генерації псевдовипадкових послідовностей на основі відображення Тент.

Для порівняння якості захисних перетвореннь зображень різними методами на підставі відомих метрик якості та можливості проводити обґрунтований вибір потокових та блочних шифрів запропоновано сформувати

інтегральний критерій якості шифрування, який поєднує кореляційні, ентропійні метрики та метрику резистентності.

Сформульовано перший пункт наукової новизни: удосконалено інтегральний критерій якості шифрування, який поєднує різні метрики якості шифрування (кореляційні, ентропійні та метрики резистентності), побудований методом ідеальної точки, що дозволило проводити комплексне оцінювання якості шифрування та проводити обґрунтований вибір потокових та блочних шифрів.

У розділі пропонується нова динамічна система, а саме узагальнене відображення Тент з управлінням, яке стабілізує цикли заданої довжини. Ці цикли залежать від параметрів системи та початкового значення; ці величини є коротким ключем для генерації довгої псевдовипадкової послідовності.

Математичною основою для побудови нових методів генерації псевдовипадкових криптосистем є одновимірне відображення Тент із додатково введеним у це відображення предикативним управлінням.

Запропоновано метод генерації псевдовипадкових послідовностей на основі відображення Тент. Проведено аналіз основних статистичних характеристик розроблених псевдовипадкових послідовностей для заданого ключа, який свідчить про їх псевдовипадковий характер, про відсутність закономірностей між окремими частинами послідовності, що дозволяє рекомендувати їх для використання в криптографічних методах. Перевагою наведеного рішення є коротка довжина ключа та незалежність алгоритму від застосовуваної апаратно-програмної платформи.

На основі запропонованого методу генерації псевдовипадкової послідовності розроблено наступний метод шифрування зображення.

1. Генерується короткий ключ. Ключ зберігається на стороні, що передає, і передається на приймальну сторону.

2. Зображення розглядається як масив елементів, кожному з яких приписаний тривимірний вектор десяткових чисел. Стандартними методами десяткові

послідовності переводяться в бітові. Для шифрування зображення на підставі короткого ключа треба згенерувати псевдовипадкову десяткову послідовність та перевести її в бітову. Далі поелементно скласти по модулю 2 з елементами тривимірного вектору зображення. Це є відомий шифр Вернама (або XOR cipher).

3. Зашифроване зображення передається на приймальну сторону. На приймальній стороні на підставі короткого ключа генерується така сама псевдовипадкова послідовність (десяткова, яка переводиться в бітову) і зашифроване зображення відновлюється також операцією XOR.

Показано, що розроблений метод шифрування зображень працює значно швидше традиційних методів, що дуже важливо для оперативності систем професійного обміну зашифрованими зображеннями. Це пояснюється такими факторами: по-перше, шифр Вернама ґрунтується на простих математичних операціях; по-друге, у цьому шифрі операції розсіювання та перемішування поєднані, тоді як у стандартних шифрах вони виконуються послідовно.

Розроблений метод шифрування зображень за інтегральним показником якості майже не поступається сучасним стандартам потокового та блокового шифрування, що дозволяє його рекомендувати для широкого кола завдань, які пов’язані з підвищенням конфіденційності обміну зображеннями.

Сформульовано другий пункт наукової новизни: запропоновано метод шифрування зображень на основі хаотичного відображення Тент з управлінням, що дозволило на підставі короткого ключа (насіння) генерувати довгу псевдовипадкову послідовність, що значно підвищило швидкодію шифрування та розшифрування при збереженні стійкості шифрування за інтегральним критерієм якості.

В третьому розділі дисертаційної роботи запропонована модель побудови псевдовипадкових послідовностей на основі згорнутих чисел *k*-перетину послідовності Фібоначчі.

Показано, що серед рекурентних цілочисельних послідовностей, які використовуються для аналізу інформації та підвищення її криптозахищеності, найбільш популярною є послідовність Фібоначчі та її узагальнення. У роботі набуло подальше узагальнення чисел Фібоначчі, а саме, запропоновані згорнуті числа *k*-перетину послідовності Фібоначчі. Проведено визначення властивостей отриманих послідовностей, знаходження нових зв'язків між їх елементами. Запропоновано подальший розвиток послідовностей типу Фібоначчі, який заснований на зв'язку між похідними поліномів Чебишева другого роду та власне поліномами Чебишева, а також на зв'язку згорнутих чисел *k*-перетину послідовності Фібоначчі з похідними поліномів Чебишева другого роду через числа Люка. Отримано ряд тотожностей, що пов'язують числа Фібоначчі та числа Люка. Показано, що похідні поліномів Чебишева вищого порядку виявилися ефективним базисом для розв’язку деяких завдань теорії чисел, а саме, побудови нових цілочисельних послідовностей. Таким чином, в результаті дослідження отримано сімейство узагальнених послідовностей зі зростанням вищого порядку і складнішими коефіцієнтами зв'язку, ніж у відомих послідовностей Фібоначчі. Це робить отримані узагальнені послідовності доречними для стиснення розріджених даних, розв’язку низки завдань у сфері забезпечення цілісності інформації. Доведено, що отримані послідовності є оригінальними і згідно з поданою заявою були представлені в онлайн-енциклопедії цілочисельних послідовностей (OEIS) під номерами A395431, A393329, A395902, A396356, що підтверджує потенціал запропонованого підходу до формування різних послідовностей, які можуть бути використані для підвищення надійності інформаційних систем. Запропонована методика дослідження послідовності згорнутих чисел *k*-перетину послідовності Фібоначчі, заснована на принципі відкидання, яка показала потенціал запропонованого підходу до формування різних послідовностей, що можуть бути використані для підвищення надійності інформаційних систем.

Сформульовано третій пункт наукової новизни: отримала подальший розвиток модель побудови псевдовипадкових послідовностей, яка заснована на зв'язку між похідними поліномів Чебишева другого роду та поліномами Чебишева, а також на зв'язку згорнутих чисел *k*-перетину послідовності Фібоначчі з похідними поліномів Чебишева другого роду через числа Люка, що дало можливість отримати сімейство узагальнених послідовностей Фібоначчі, які можуть бути використані для підвищення рівня забезпечення цілісності інформації при її обміні нею у групі довірених користувачів.

В четвертому розділі розроблено метод оперативного обміну конфіденційними зображеннями для групи довірених користувачів та проведено його дослідження.

Запропоновано методику дослідження ефективності протоколів групового узгодження ключів. Показано, що при формуванні груп довірених користувачів з невеликим числом користувачів та малою динамікою найбільш ефективним є поєднання протоколу Бурместера-Десмедта та еліптичної кривої Монтгомері.

Розроблено метод обміну конфіденційними зображеннями групи довірених користувачів. Конфіденційність зображень забезпечується шифруванням із застосуванням псевдовипадкових послідовностей на основі модифікованого хаотичного відображення Тент. Крім того, розроблено протокол формування групи довірених користувачів, яким дозволено доступ до зображень. Збереження зображень забезпечується шістьма рівнями захисту. Протокол ґрунтується на застосуванні операцій на еліптичних кривих Монтґомері.

Проведено імітаційне моделювання розробленого методу. Моделювання продемонструвало працездатність методу в масштабі часу, близькому до реального, та масштабування на основі швидкодіючого протоколу Бурместера-Десмедта.

Сформульовано четвертий пункт наукової новизни: розроблено метод обміну зображеннями групи довірених користувачів, який відрізняється

багаторівневим захистом з застосуванням захисного перетворення на основі модифікованого хаотичного відображення Тент та швидкодіючого протоколу на основі еліптичних кривих Монтґомері, що дозволило підвищити швидкодію шифрування та розшифрування при збереженні стійкості.

Загалом, результати апробації свідчать про практичну придатність запропонованих методів до впровадження в системи реального часу. Висновки, отримані на основі експериментальних вимірювань та порівнянь із базовими підходами, підтверджують доцільність їх використання в інформаційних системах.

Результати дисертаційної роботи отримали впровадження у діяльності державного підприємства Український науково-дослідний інститут медицини транспорту Міністерства охорони здоров'я України» (акт ДПУКРНДІ МТ МОЗ України від 02 березня 2026 р.), у діяльності Військово-медичного клінічного центру Південного регіону (довідка від 05 березня 2026 р.) та знайшли відображення у навчальному та науково-дослідницькому процесі Національного університету «Одеська політехніка».

Ключові слова: інформаційні технології, перетворення зображень, шифрування, протоколи групового обміну інформацією, критерій якості перетворення зображень, детермінований хаос, хаотичне відображення Тент, *k*-перетини послідовності Фібоначчі.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, які відображають основні наукові результати дисертації

1. *Dmitrishin D. V.; Khamitov V. M.; Antoshchuk S. G.; Boltenkov V. O.* A Modified Image Encryption Algorithm Based on the chaotic Tent Map. *Herald of Advanced Information Technology* . 2026. 9(1). P. 9–19. https://doi.org/10.15276/hait.09.2026.01. *Видання включено до переліку*

наукових фахових видань України (категорія А). Видання включено до наукометричної бази SCOPUS

https://hait.od.ua/index.php/journal/article/view/247

2. *Khamitov, V. M.* .; Dmitrishin, D. V. .; Stokolos, A. M. .; Gray, D. A. . Convolved Numbers of K-Section of the Fibonacci Sequence: Properties, Consequences. *Herald of Advanced Information Technology*. 2026. 9 (2). P. 129–139. https://doi.org/10.15276/hait.09.2026.09. *Видання включено до переліку наукових фахових видань України (категоріяБ). Видання включено до наукометричної бази SCOPUS.*

https://hait.od.ua/index.php/journal/article/view/247

3. *Khamitov V. M.* .; Boltenkov V. O. .; Antoshchuk S. G. A Method for Operative Sharing Confidential Images Among a Group of Trusted Users. AAIT. 9 (2). P. 200 -207. https://doi.org/10.15276/aait.09.2026.14. *Видання включено до переліку наукових фахових видань України (категорія Б)* .https://aait.od.ua/index.php/journal/article/view/252

4. *V. Khamitov*, S. Antoshchuk. Application of nonlinear discrete maps to construct pseudo-chaotic cryptosystems . *Proceedings of Odessa Polytechnic University*, 2025. Issue 2(72). P. 186-203. https://doi.org/10.15276/opu.2.70.2024.19. *Видання включено до переліку наукових фахових видань України (категорія Б)*

https://pratsi.op.edu.ua/index.php/pratsi/article/view/558

5. *Dyadyura, K., Prokopovich, I., Khamitov, V., Sikach, T., Vershkov, O.* Application of the Dynamic Programming Method in Process Measurement Problems When Assessing Interoperability. *Lecture Notes in Mechanical Engineering.* 2025. P. 699–711. https://DOI: 10.1007/978-3-031-82746-4_62

Видання включено до наукометричної бази SCOPUS

6. *Dyadyura K., Oborskyi G., Prokopovych I., Khamitov V., Holubiev M*. (2024). Optimal management in the operation of complex technical systems. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*. 2024. Vol. 11(1). P. B1–B9.

https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).b1. *Видання включено до наукометричної бази SCOPUS.*

Наукові праці апробаційного характеру

7. Дмитришин Д. В., *Хамитов В. М.*, Болтьонков В. О., Антощук С. Г. Використання нелінійних дискретних відображень для побудови псевдохаотичних криптосистем. *Інформатика. Культура. Техніка*. 2025. Т.2. С. 209-214. https://doi.org/10.15276/ict.02.2025.31. *Видання включено до переліку наукових фахових видань України (категорія Б).*

https://ict.od.ua/index.php/journal/uk/issue/view/3

8. *Khamitov V.*, Dmytryshyn D., Gray D., and Stokolos A. Analytic summation of series involving higher-order derivatives of Chebyshev polynomials of the second kind and their applications to convolved linear recurrent sequences arXiv:2605.03200v2 [math.CV] https://doi.org/10.48550/arXiv.2605.03200

9. *Хамітов В. М.*, Болтьонков В. О. Формування інтегрального показника якості шифрування зображень //Global Interdisciplinary Summit: Frontier of Science and Future Technologies. Proceedings of International Scientific and Practical Conference. April 3, 2026 in Khalifa University Campus, Dubai, UAE. Prague: Publishing house Education and Science s.r.o., 2026. P. 143 – 146.

10. *Khamitov Vitaly*, Boltenkov Viktor. Method for exchange of confidential images to a group of trusted users //Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference «Global Directions in Scientific Research and Technological Development» (April 6-8, 2026, Valencia, Spain). European Open Science Space. 2026. P. 68 – 70.

11. *Хамітов В.М.*, Болтьонков В.О. Формування інтегрального показника якості шифрування зображень. Сучасні інформаційні технології та системи штучного інтелекту: матеріали 2-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Частина 2. Харків -Яремче, 27-29 квітня 2026 р. – Х.: ХНУРЕ, 2026. С. 44-45

12. *Хамітов В.М*. Аналіз можливостей формування групи довірених користувачів для роботи із конфіденційними зображеннями *Матеріали XVI Міжнародної наукової конференції «Modern Information Technology – 2026»*, Одеса, 14–15 травня 2026 р. С. 179 – 180.

13. *В. Хамітов*, В. Болтьонков, С. Антощук. Система обміну конфіденційними зображеннями у групі довірених користувачів для медичного закладу. Сучасні технології біомедичної інженерії : матеріали *V Міжнародної науково-технічної конференції (6−8 травня 2026 р., м. Одеса, Україна).Odesa : Ecologiya, 2026. С. 182-184.

ABSTRACT

Khamitov V. M. Models and methods for increasing the confidentiality and integrity of image sharing for a group of trusted users . – Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 122 "Computer Science" (12 - Information Technologies). – Odesa National Polytechnic University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2026 .

The introduction substantiates the relevance of the work, which is related to the development of a model and methods for increasing the confidentiality and integrity of image exchange for a group of trusted users . The object, subject, goal, tasks and methods of the research are determined; the scientific novelty and practical significance of the results obtained are given; the personal contribution of the applicant is highlighted, basic data on the approbation of the work, publications, information on the structure and general characteristics of the dissertation work are given .

The first chapter of the dissertation analyzes the problem of increasing the confidentiality and integrity of image sharing for a group of trusted users .

The main approaches to increasing the confidentiality and integrity of image exchange for a group of trusted users are analyzed . It is determined that one of the promising

research topics in increasing confidentiality and integrity is protective image transformation based on chaotic mappings .

Based on the results of the analysis, the goal and objectives of the research were formulated.

In the second chapter of the dissertation, a method for generating pseudorandom sequences based on the Tent mapping is developed .

To compare the quality of encryption by different methods based on known quality metrics and the ability to make a reasoned choice of stream and block ciphers, it is proposed to form an integral quality metric.

The first point of scientific novelty has been formulated: an integrated encryption quality criterion has been improved, which combines various encryption quality metrics (correlation, entropy, and resistance metrics), constructed using the ideal point method, which allowed for a comprehensive assessment of encryption quality and a reasoned selection of stream and block ciphers.

In this chapter, we propose a new dynamical system, namely a generalized Tenth mapping with control, which stabilizes cycles of a given length. These cycles depend on the system parameters and the initial value; these quantities are a short key for generating a long pseudorandom sequence.

The mathematical basis for constructing new methods for generating pseudorandom cryptosystems is the one-dimensional Tent mapping with predicative control additionally introduced into this mapping.

A method for generating pseudorandom sequences based on the Tent mapping is proposed. An analysis of the main statistical characteristics of the developed pseudorandom sequences for a given key is carried out, which indicates their pseudorandom nature, the absence of regularities between individual parts of the sequence, which allows us to recommend them for use in cryptographic methods.

The advantage of the presented solution is the short key length and the independence of the algorithm from the hardware and software platform used.

Based on the proposed method of generating a pseudorandom sequence, the following image encryption method was developed.

1. A short key is generated. The key is stored on the transmitting side and transmitted to the receiving side.

2. An image is represented as an array of elements, each assigned a three-dimensional vector of decimal values. Using standard methods, these decimal sequences are converted into bit sequences. To encrypt the image using a short key, a pseudo-random decimal sequence is generated and transformed into bit sequences. These sequences are then added element-by-element modulo 2 to the components of the three-dimensional image vector. This method is widely known as the Vernam cipher (or XOR cipher).

3. The encrypted image is transmitted to the receiving side. On the receiving side, the exact same pseudo-random sequence is generated based on the short key (the decimal sequence is converted into a bit sequence), and the encrypted image is decrypted using the same XOR operation.

It is shown that the developed image encryption method works much faster than traditional methods, which is very important for the efficiency of professional encrypted image exchange systems. This is explained by the following factors: first, the Vernam cipher is based on simple mathematical operations; second, in this cipher, the scattering and scrambling operations are combined, while in standard ciphers they are performed sequentially.

The developed method of image encryption using the integral quality indicator is almost as good as modern standards of stream and block encryption, which allows it to be recommended for a wide range of tasks related to increasing the confidentiality of image exchange .

The second point of scientific novelty is formulated: a method of image encryption based on a chaotic Tent mapping with control is proposed, which allows generating a long pseudo-random sequence based on a short key (seed), which

significantly increases the speed of encryption and decryption while maintaining the stability of encryption according to the integral quality criterion.

In the third chapter of the dissertation, a model for constructing pseudorandom sequences based on the collapsed numbers of the k - section of the Fibonacci sequence is proposed.

It is shown that among recurrent integer sequences used for data analysis and enhancing information cryptographic security, the Fibonacci sequence and its generalizations are the most popular. This paper further generalizes Fibonacci numbers by proposing the convolved numbers of the k-section of the Fibonacci sequence. The properties of the resulting sequences are defined, and new relationships between their elements are established. A further development of Fibonacci-type sequences is proposed, based on the connection between the derivatives of Chebyshev polynomials of the second kind and the Chebyshev polynomials themselves, as well as on the connection of convolved numbers of the k-section of the Fibonacci sequence with the derivatives of Chebyshev polynomials of the second kind through Lucas numbers. A series of identities connecting Fibonacci and Lucas numbers has been obtained. It is demonstrated that the higher-order derivatives of Chebyshev polynomials prove to be an efficient basis for solving certain problems in number theory, namely, the construction of new integer sequences. Thus, the study yields a family of generalized sequences with higher-order growth and more complex coupling coefficients than those of the well-known Fibonacci sequences. This makes the obtained generalized sequences suitable for sparse data compression and for solving a number of problems in the field of ensuring information integrity. The originality of the resulting sequences is proven; according to the submitted application, they have been registered in the On-Line Encyclopedia of Integer Sequences (OEIS) under numbers A395431, A393329, A395902, A396356, A396457, and A395532, which confirms the potential of the proposed approach for generating various sequences that can be used to improve the reliability of information systems.

The proposed methodology for studying the sequence of convolved numbers of the *k*-intersection of the Fibonacci sequence is based on the rejection principle, which has demonstrated the potential of the proposed approach for forming various sequences that can be used to enhance the reliability of information systems.

The third point of scientific novelty is formulated: a model for constructing pseudorandom sequences has been further developed, which is based on the connection between the derivatives of Chebyshev polynomials of the second kind and Chebyshev polynomials , as well as on the connection of the collapsed numbers of the *k* - section of the Fibonacci sequence with the derivatives of Chebyshev polynomials of the second kind through Luke numbers, which made it possible to obtain a family of generalized Fibonacci sequences that can be used to increase the level of ensuring the integrity of information when it is exchanged in a group of trusted users.

*In the fourth chapter***,** a method for the rapid exchange of confidential images for a group of trusted users is developed and its research is conducted.

A methodology for studying the effectiveness of group key agreement protocols is proposed. It is shown that when forming groups of trusted users with a small number of users and low dynamics, the most effective is the combination of the Burmester-Desmedt protocol and the Montgomery elliptic curve.

A method for exchanging confidential images of a group of trusted users has been developed. Image confidentiality is ensured by using encryption using pseudo-random sequences based on a modified chaotic Tent mapping. In addition, a protocol for forming a group of trusted users who are allowed access to images has been developed. Image storage is provided by six levels of protection. The protocol is based on the application of operations on Montgomery elliptic curves.

Simulation modeling of the developed method was conducted. The modeling demonstrated the operability of the method on a time scale close to real time and scaling based on the fast Burmester-Desmedt protocol .

The fourth point of scientific novelty is formulated: a method for exchanging images of a group of trusted users has been developed, which is characterized by multi-

level protection using a protective transformation based on a modified chaotic Tent mapping and a high-speed protocol based on Montgomery elliptic curves, which allowed increasing the speed of encryption and decryption while maintaining stability.

In general, the results of the testing indicate the practical suitability of the proposed methods for implementation in real-time systems. The conclusions obtained on the basis of experimental measurements and comparisons with basic approaches confirm the feasibility of their use in information systems.

The results of the dissertation work were implemented in the activities of the state enterprise «Ukrainian Scientific Research Institute of Transport Medicine of the Ministry of Health of Ukraine» (act of the State Enterprise Ukrainian Scientific Research Institute of Transport Medicine of the Ministry of Health of Ukraine dated March 2, 2026), in the activities of the Military Medical Clinical Center of the Southern Region (certificate dated March 5, 2026) and were reflected in the educational and scientific research process of the Odesa National Polytechnic University .

Keywords: information technology, protective image transformation, encryption, group information exchange protocols, image transformation quality criterion , deterministic chaos, chaotic mapping Tent , *k* - section of the Fibonacci sequence.

LIST OF PUBLICATIONS

Publications where the main scientific results of the dissertation are published

1. Dmitrishin DV; *Khamitov V.M* .; Antoshchuk SG; Boltenkov VO A Modified Image Encryption Algorithm Based on the chaotic Tent Map. *Herald of Advanced Information Technology* . 2026. 9(1). R. 9–19.

https://doi.org/10.15276/hait.09.2026.01 .

The publication is included in the scientometric SCOPUS databases

https://hait.od.ua/index.php/journal/article/view/247

2. Khamitov *V.M.*; Dmitrishin D.V.; Stokolos A.M.; Gray D.A. Convolved Numbers of K-Section of the Fibonacci Sequence: Properties, Consequences. *Herald*

of Advanced Information Technology . 2026. 9 (2). R. 129–139. https://doi.org/10.15276/hait.09.2026.09 . *The publication is included in the scientometric SCOPUS database* .

https://hait.od.ua/index.php/journal/article/view/247

3. *Khamitov V. M.*; Boltenkov V.O.; Antoshchuk S.G. A Method for Operative Sharing Confidential Images Among a Group of Trusted Users. AAIT. 9 (2). P. 200 - 207. https://doi.org/10.15276/aait.09.2026.14 . *The publication is included in the list scientific professional publications of Ukraine (category B).* https://aait.od.ua/index.php/journal/article/view/252

4. *V. Khamitov* , S. Antoshchuk. Application of nonlinear discrete maps to construct pseudo-chaotic cryptosystems. *Proceedings of Odessa Polytechnic University* , 2025. Issue 2(72). R. 186-203. https://doi.org/10.15276/opu.2.70.2024.19 . *The publication is included in the list scientific professional publications Ukraine (category B)*

https://pratsi.op.edu.ua/index.php/pratsi/article/view/558

5. Dyadyura , K., Prokopovich, I., *Khamitov , V.* , Sikach , T., Vershkov, O. Application of the Dynamic Programming Method in Process Measurement Problems When Assessing Interoperability. *Lecture Notes in Mechanical Engineering.* 2025. R. 699–711. https://DOI: 10.1007/978-3-031-82746-4_62 *Edition included to scientometric SCOPUS databases*

6. Dyadyura K., Oborskyi G., Prokopovych I., *Khamitov V.* , Holubiev M. (2024). Optimal management in the operation of complex technical systems. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*. 2024. Vol. 11(1). R. B1–B9. https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).b1 . *The edition is included in the scientometric edition SCOPUS database* .

Scientific works of approbation character

7. Dmytryshyn D. V., *Khamitov V. M.* , Boltyonkov V. O., Antoshchuk S. G. Use nonlinear discrete mappings for construction pseudo-chaotic cryptosystems .

Informatics.Culture. Technology. 2025. Vol. 2. P. 209-214. https://doi.org/10.15276/ict.02.2025.31 .

8. *Khamitov V.* , Dmytryshyn D., Gray D., and Stokolos A. Analytic summation of series involving higher-order derivatives of Chebyshev polynomials of the second kind and their applications to convolved linear rec*urrent sequences arXiv:2605.03200v2 [math.CV] https://doi.org/10.48550/arXiv.2605.03200

9. *Khamitov V. M.* , Boltyonkov V. O. Formation integral indicator qualities encryption images //Global Interdisciplinary Summit: Frontier of Science and Future Technologies. Proceedings of International Scientific and Practical Conference. April 3, 2026 in Khalifa University Campus, Dubai, UA E . Prague : Publishing house Education and Science s.r.o. , 2026. R. 143 - 146.

10. *Vitaly Khamitov*, Viktor Boltenkov . Method for exchange of confidential images to a group of trusted users //Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 8 th International Scientific and Practical Conference "Global Directions in Scientific Research and Technological Development" (April 6-8, 2026, Valencia, Spain). European Open Science Space. 2026. R. 68-70.

11. *Khamitov V. M.*, Boltenkov V. O. Formation integral indicator qualities encryption images . Modern informational Artificial intelligence technologies and systems : materials of the 2nd International scientific and practical Conferences . Part 2. Kharkiv -Yaremche, April 27-29 , 2026. – Kh.: KhNURE, 2026. P. 44-45

12. *Khamitov V.M.* Analysis opportunities formation of a group of trustees users for work from confidential images *Materials of the XVI International scientific Conference "Modern Information Technology - 2026"* , Odessa, May 14–15, 2026. Pp. 179 – 180.

13. *V. Khamitov* , V. Boltyonkov , S. Antoshchuk . Exchange system confidential images in the group trusted users for a medical institution. Modern technologies of biomedical engineering: materials of the Vth International scientific and technical conference (May 6−8, 2026, Odessa, Ukraine) . Odesa : Ecologiya , 2026. P. 182-184.