

Висновок

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації**

Харіна Олександра Олександровича на тему:

**«Методи та засоби інтегрованого захисту інформації в телекомунікаційних
системах множинного доступу на основі факторіального кодування даних»**

для здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми дослідження. Використання перестановок і факторіальної системи числення є одним з підходів до поєднання завадостійкого кодування та криптографічного захисту. Цей підхід являє собою розумний компроміс між достовірністю передавання даних, з одного боку, та відносною швидкістю передавання й швидкістю коду, з іншого.

Разом з тим, в напрямку інтегрованого захисту інформації на основі факторіального кодування даних недостатньо досліджено питання використання факторіальних кодів в спеціалізованих телекомунікаційних системах, у яких є необхідність забезпечення заданого рівня достовірності передавання даних в умовах погіршення якості каналу зв'язку. Крім того, актуальною залишається задача забезпечення інтегрованого захисту інформації, в тому числі мовленнєвої, в телекомунікаційних системах реального часу.

Виходячи з цього, можна зробити висновок про актуальність теми дисертаційного дослідження.

Тему затверджено на засіданні вченої ради Черкаського державного технологічного університету 18.05.2020 р. (протокол № 13).

Метою дисертаційного дослідження є підвищення ефективності передавання даних у телекомунікаційних системах множинного доступу шляхом розробки методів і засобів інтегрованого захисту інформації на основі факторіального кодування даних.

Для досягнення поставленої мети автором вирішуються наступні **задачі**:

- розробка методів підвищення достовірності передавання даних у системах з нероздільним факторіальним кодуванням;
- розробка методу формування сигнально-кової конструкції для систем з факторіальним кодуванням з відновленням даних за перестановкою;
- розробка методів декодування факторіальних кодів з відновленням даних за перестановкою для систем передавання мовленнєвої інформації реального часу;
- розробка методу побудови телекомунікаційних систем множинного доступу з використанням нероздільного факторіального кодування.

Об'єктом дослідження є процеси інтегрованого захисту інформації у комп'ютерних і телекомунікаційних системах і мережах.

Предметом дослідження є методи та засоби інтегрованого захисту інформації на основі факторіального кодування даних.

Методи дослідження. Для вирішення задачі розробки методів підвищення достовірності передавання даних у системах з нероздільним факторіальним кодуванням використовувалися методи: теорії ймовірності і математичної статистики, статистичного аналізу, комбінаторики.

Для вирішення задачі розробки методу формування сигнально-кової конструкції для систем з факторіальним кодуванням з відновленням даних за перестановкою використовувалися методи: теорії решіток, теорії ймовірності і математичної статистики, статистичного аналізу, об'єктно-орієнтованого програмування.

Для вирішення задачі розробки методів декодування факторіальних кодів з відновленням даних за перестановкою для систем передавання мовленнєвої інформації реального часу використовувалися методи: теорії ймовірності і математичної статистики, теорії інформації, цифрової обробки сигналів.

Для вирішення задачі розробки методу побудови телекомунікаційних систем множинного доступу з використанням нероздільного факторіального

кодування використовувалися методи: кодування інформації, цифрової обробки сигналів, комп'ютерних мереж, теорії ймовірності і математичної статистики.

Формулювання наукового завдання. У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-технічну задачу, що полягає в підвищенні достовірності передавання інформації, забезпеченні її конфіденційності та цілісності на основі використання факторіального кодування даних. Ця задача передбачає необхідність удосконалення існуючих методів факторіального кодування, створення методу побудови телекомунікаційних систем на основі нероздільного факторіального кодування з динамічним розподілом ресурсів між користувачами системи в режимі реального часу.

Дисертаційне дослідження містить в собі наступні **наукові положення, розроблені особисто дисертантом:**

- ***вперше розроблено*** методи підвищення достовірності передавання даних у системах з факторіальним кодуванням з відновленням даних за перестановкою, які за рахунок доповнення перестановки бітами ознак та комбінування завадостійких кодів дозволяють підвищити здатність нероздільних факторіальних кодів до виявлення помилок;
- ***вперше розроблено*** метод формування сигнально-кової конструкції для систем з факторіальним кодуванням з відновленням даних за перестановкою, який за рахунок побудови решіток з високою щільністю розташування сигнальних векторів дозволяє максимізувати швидкість коду для заданого рівня достовірності передавання даних та відповідної мінімальної відстані між вузлами решітки;
- ***отримав подальший розвиток*** метод факторіального кодування з відновленням даних за перестановкою, який за рахунок відновлення даних з втратами на основі метрики Хеммінга або методу лінійної інтерполяції дозволяє забезпечити захист мовленнєвої інформації від помилок каналу зв'язку та несанкціонованого доступу в телекомунікаційних системах реального часу;
- ***вперше розроблено*** метод побудови систем множинного доступу на основі нероздільного факторіального кодування, який за рахунок

використання факторіального коду з заданим числом інверсій та виділення кожному з користувачів підмножини перестановок з певним набором властивостей забезпечує інтегрований захист інформації від несанкціонованого доступу та помилок каналу зв'язку, а також циклову синхронізацію без застосування окремого каналу синхронізації.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Наукові положення, висновки та рекомендації роботи обґрунтовано достатньою мірою. Обґрунтованість отриманих теоретичних результатів дисертації базується на використанні методів теорії ймовірності та математичної статистики, теорії інформації, цифрової обробки сигналів, статистичного аналізу та об'єктно-орієнтованого програмування.

Для підтвердження висунутих наукових положень здобувачем виконано дослідні випробування на основі розроблених програмних моделей із застосуванням методів і засобів дослідження статистичних властивостей систем передавання даних.

Рівень теоретичної підготовки здобувача. Дисертантом виконано змістовне дослідження предметної області, розглянуто основні методи забезпечення інтегрованого захисту інформації, методи кодування мовленнєвої інформації, а також методи забезпечення множинного доступу. На основі опрацювання значної кількості літературних джерел, наукових публікацій, патентного пошуку автором роботи в максимальній мірі враховано наукові досягнення в обраному напрямку досліджень. Отримані результати свідчать також про ґрунтовні теоретичні знання дисертанта в області теорії ймовірності і математичної статистики, теорії інформації, цифрової обробки сигналів та теорії систем передачі даних.

Повнота викладу матеріалів дисертації. Результати дослідження опубліковано в 18 наукових роботах, у тому числі в трьох наукових статтях, що

входять до наукометричних баз даних Scopus та / або Web of Science, двох статтях у наукових виданнях, що входять до переліку МОН України та інших наукометричних баз даних, семи доповідях на науково-практичних конференціях і шести патентах України на корисні моделі. Повний перелік публікацій:

- [1] О. О. Харін, «Оцінка властивостей каскадного коду, що поєднує факторіальний та рівноважний код», *Вісник Черкаського державного технологічного університету*, № 2, с. 86-90, 2017.
- [2] О. О. Харін, «Порівняльна оцінка факторіальних кодів», *Вісник Черкаського державного технологічного університету*, № 4, с. 88-93, 2017.
- [3] E. V. Faure, A. I. Shcherba, and A. A. Kharin, «Factorial Code with a Given Number of Inversions», *Radio Electronics, Computer Science, Control*, vol. 2, p. 143-153, 2018.
- [4] E. V. Faure, V. V. Shvydkiy, A. O. Lavdanskyi, and O. O. Kharin, «Methods of factorial coding of speech signals», *Radio Electronics, Computer Science, Control*, vol. 4, p. 186-198, 2019.
- [5] J. Al-Azzeh, B. Ayyoub, E. Faure, V. Shvydkiy, O. Kharin, and A. Lavdanskyi, «Telecommunication Systems with Multiple Access Based on Data Factorial Coding», *International Journal on Communications Antenna and Propagation (IRECAP)*, vol. 10, issue 2, p. 102-113, 2020.
- [6] Е. В. Фауре та О. О. Харін, «Дослідження ймовірності виникнення помилки декодування під час використання факторіального коду з відновленням даних», в *Актуальні задачі та досягнення у галузі кібербезпеки: Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції, Кропивницький, 23-25 листопада 2016 р.*, Кропивницький, 2016, с. 178-179.
- [7] Е. В. Фауре та О. О. Харін, «Факторіальне кодування з відновленням даних і виправленням помилок», в *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: Тези доповідей Всеукраїнської науково-*

практичної Internet-конференції, Черкаси, 13-19 березня 2017 р., Черкаси: ЧДТУ, 2017, с. 74–76.

- [8] О. О. Харін, «Підвищення достовірності передачі даних за допомогою факторіального кодування з виявленням транспозицій», в *Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Тези доповідей VII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, Черкаси, 20-21 жовтня 2017 р., Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2017, с. 162-163.*
- [9] А. А. Харин и А. И. Щерба, «Организация замкнутой группировки абонентов в открытой сети коллективного пользования», в *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2018): Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції, Черкаси, 17-18 травня 2018 р., Черкаси: ЧДТУ, 2018, с. 109-111.*
- [10] О. О. Харін, «Формування сигнально-кової конструкції на основі теорії решіток», в *Наука України – погляд молодих вчених крізь призму сучасності: Тези доповідей II Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, Черкаси, 26 вересня 2019 р., Черкаси: ЧДТУ, 2019, с.42-44.*
- [11] О. О. Харін, Е. В. Фауре та А. О. Лавданський, «Оцінка захищеності мовного сигналу в системах з факторіальним кодуванням», в *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2020): Тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції, Черкаси, 21-23 травня 2020 р., Черкаси: ЧДТУ, 2020, с. 85-87.*
- [12] Е. В. Фауре, О. О. Харін, В. В. Швидкий та А. О. Лавданський, «Ефективність виявлення помилок факторіальними кодами», в *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2020): Тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції, Черкаси, 21-23 травня 2020 р., Черкаси: ЧДТУ, 2020, с. 94-95.*
- [13] Е. В. Фауре, О. О. Харін, В. В. Швидкий та А. І. Щерба, «Спосіб факторіального кодування з виявленням і виправленням помилок», Україна. Пат. 121361, 11.12.2017.

- [14] Е. В. Фауре та О. О. Харін, «Пристрій кодування та декодування факторіальних кодів з виявленням і виправленням помилок», Україна. Пат. 123640, 12.03.2018.
- [15] О. О. Харін та А. І. Щерба, «Спосіб факторіального кодування в метриці Хеммінга», Україна. Пат. 130458, 10.12.2018.
- [16] Е. В. Фауре, О. О. Харін, В. В. Швидкий та А. І. Щерба, «Спосіб факторіального кодування з відновленням даних», Україна. Пат. 117004, 12.06.2017.
- [17] А. О. Лавданський, Е. В. Фауре, О. О. Харін та В. В. Швидкий, «Спосіб декодування факторіального коду з відновленням вибірок мовного сигналу реального часу в метриці Хеммінга», Україна. Пат. 137722, 11.11.2019.
- [18] А. О. Лавданський, Е. В. Фауре, О. О. Харін та В. В. Швидкий, «Спосіб декодування факторіального коду з відновленням вибірок мовного сигналу реального часу методом лінійної інтерполяції», Україна. Пат. 139760, 27.01.2020.

Результати аналізу роботи, в тому числі за допомогою перевірки тексту дисертації з використанням Системи виявлення текстових збігів, свідчить про відповідність дисертації принципам академічної доброчесності.

Апробація основних положень дисертаційного дослідження відбувалась на наступних наукових конференціях:

- Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні задачі та досягнення у галузі кібербезпеки» (м. Кропивницький, 23–25 листопада 2016 року);
- Всеукраїнській науково-практичній Internet-конференції «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку» (Черкаси, 13-19 березня 2017 р);
- VII Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист» (Черкаси, 20-21 жовтня 2017 року);

- IV Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2018) (Черкаси, 17-18 травня 2018 року);
- II Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Наука України – погляд молодих вчених крізь призму сучасності» (Черкаси, 26 вересня 2019 року);
- V Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2020) (Черкаси, 21-23 травня 2020 року).

Результати дисертаційної роботи впроваджені в ТОВ «АНТЕКС УКРАЇНА» (система передавання даних обладнання для паралельного водіння та точного землеробства, акт від 04.05.2020).

Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертацію написано грамотно, а стиль викладу в них матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує легкість і доступність їх сприйняття.

Відповідність змісту дисертації освітньо-науковій програмі. Зміст дисертації повністю відповідає спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, освітньо-науковій програмі «Комп'ютерні системи та мережі».

Рекомендація дисертації до захисту. Дисертація Харіна О.О. на тему «Методи та засоби інтегрованого захисту інформації в телекомунікаційних системах множинного доступу на основі факторіального кодування даних» для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія рекомендується до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді.

Висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Харіна О.О. сформовано за результатами проведення фахового семінару на кафедрі інформаційної безпеки та комп'ютерної інженерії ЧДТУ 23.06.2020 р. На засіданні фахового семінару були присутні: проф. Рудницький В.М., доц. Бабенко В.Г., доц. Швидкий В.В., доц. Федоров Є.Є.,

доц. Фауре Е.В., доц. Миронець І.В., доц. Куницька С.Ю., доц. Хрульов М.В.,
доц. Шувалова В.А., доц. Федотова-Півень І.М., ст. викладач Гресько С.О., ст.
викладач Сисоєнко С.В. Рішення про рекомендацію дисертації до захисту
підтримано 12 особами з 12 присутніх на семінарі.

Рецензенти:

Професор кафедри
робототехніки та спеціалізованих
комп'ютерних систем
Черкаського державного
технологічного університету,
д.т.н., доцент

 Федоров

Доцент кафедри інформаційної безпеки
та комп'ютерної інженерії
Черкаського державного
технологічного університету,
к.т.н., доцент

 І.В. Миронець