

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Русина Володимира Богдановича “Моделювання методів управління динамічним хаосом та їх практичне застосування”, подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

**Актуальність теми дисертації.** Прогрес систем передачі інформації пов’язують із застосуванням випадкових сигналів, що вже широко використовуються, наприклад, в системах глобального позиціонування. Завадостійкість, кодове розділення каналів, секретність – ось далеко не всі їх переваги. Значні дослідження пов’язані з використанням детермінованих генераторів хаосу в системах зв’язку. Помітні успіхи в цій області ніяк не зменшують актуальності подальших досліджень, особливо в області управління динамічним хаосом.

У дисертаційній роботі розробляються методи і засоби моделювання детермінованих систем з хаотичними сигналами та їх використання в системах захищеного, секретного зв’язку. В результаті проведених досліджень отримані нові апроксимаційні математичні моделі з якісним відтворенням модельованих процесів.

**Тема дисертації відповідає паспорту спеціальності 01.05.02.** Дисертація присвячена розробці і дослідженню математичних та фізичних моделей детермінованих генераторів хаотичних сигналів, що відповідає напрямкам досліджень, переліченим у паспорті спеціальності.

**Робота виконана** відповідно до наукового напрямку кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та в межах науково-дослідної роботи: “Фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв та засобів

телекомунікацій і інформаційних технологій” (держ. реєстр. № 0111U000183). Дисертант був виконавцем цієї роботи.

**В дисертації отримано нові обґрунтовані експериментальні й практичні результати**, що полягають у розробці і дослідженні математичних і фізичних моделей систем з хаотичними сигналами та систем зв'язку з їх використанням. Дисертант опанував і застосував сучасні методи управління хаотичними процесами, методи спектрального аналізу та комп'ютерного імітаційного моделювання. Проведено тестування розробленого програмного комплексу та шляхом порівняння з результатами фізичного експеримента.

**Практичне значення дисертації** полягає у розробці програм генерації, дослідження та керування хаотичними коливаннями та їх використанні на підприємствах та в навчальному процесі. Відповідні акти, наявні в дисертації, підтверджують це.

#### **Найбільш вагомі результати дисертації.**

Розроблено методи побудови програмних систем для генерування хаотичних коливань різновимірних хаотичних систем та дослідження їх властивостей.

Досліджено поведінку хаотичних атракторів при різних початкових умовах та системних параметрах та експериментально встановлено діапазони значень системних параметрів, при яких можливе керування хаотичними коливаннями.

Здійснено комп'ютерне моделювання захищеної хаотичної системи передавання та приймання.

Розроблено апаратну реалізацію генераторів хаотичних коливань.

**Результати, висновки і рекомендації, подані в дисертації, достовірні** завдяки коректному застосуванню сучасних методів OGY (Ott-Grebogi-Yorke) та порогового метода, методів спектрального аналізу та комп'ютерного імітаційного моделювання. Для оцінки достовірності отриманих теоретичних і

експериментальних даних застосовувалися порівняльні методи математичного моделювання, був поставлений і проведений фізичний експеримент.

**Структура дисертації та її обсяг** відповідають сучасним вимогам ДАК України.

**Результати дисертації достатньо повно викладені в 19 наукових публікаціях, з них 7 статей опубліковано в наукових фахових виданнях України.**

**Результати дисертації пройшли належну апробацію** на науково-технічних конференціях та семінарах на протязі 2011 – 2015 років.

**Дисертація написана задовільною українською мовою.** Стиль викладу матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі.

**Зміст автореферата ідентичний** змісту основних положень дисертації.

#### **Зауваження до дисертації.**

1. В оглядовому розділі наведено такі критерії хаотичних рухів: додатність старших показників Ляпунова та дробову фрактальну розмірність. Але проігноровано суттєву практичну ознаку: неперервність частотних спектрів. Разом з тим у подальшому викладі показники Ляпунова та фрактальна розмірність не використовуються, натомість спектри застосовуються, але без посилань та обґрунтувань.

2. В дисертації використано описи досліджуваних систем в програмних комплексах LabView, MultiSim, MATLAB, MicroCap без будь-якого порівняння їх можливостей. Неясно, чому в тому чи іншому випадку вони застосовуються.

3. Приклад січення Пуанкаре та опис його програмно-апаратної реалізації на с.45-47 годі зрозуміти.

4. На с.15 особливі точки описані для лінійної системи 2-го порядку, хоча ніде про це не згадано. Неясно, для чого взагалі наведені ці хрестоматійні дані, які надалі ніде не використовуються.

5. На рисунках 2.11-2.13 наведено не фазові портрети системи, а їх проекції на координатні площини.

6. Система Пехлівана описана у підрозділі 2.5 послідовно в MATLAB і в LabView без оцінок переваг та недоліків кожного опису.

7. Рис.2.16, де показано поділ моделі системи “jerk” на лінійну та нелінійну підсистеми, надалі ніде не використовується.

8. На с.71 стверджується, що змінна  $z$  не має ознак хаотичної поведінки, але відповідний спектр показує протилежне.

9. Можна тільки здогадуватись, що мають зображати рисунки 3.7-3.9. Підписано, що це спектри, але нічого не сказано про те, як їх обчислено.

10. У третьому розділі змодельовано захищену систему передавання інформації, але не вказано, які з проблем таких систем, перелічені у першому розділі, вирішено.

11. Висновок 2 третього розділу стверджує, що результати фізичного моделювання цілком відповідають аналітичним моделям, але кількісні оцінки відповідності відсутні.

12. Нормування рівнянь схеми Чуа на с.104 проведено некоректно.

13. Відсутні розрахунки елементів заступних схем діода Чуа (с.105, с.107), а також коефіцієнтів кубічної апроксимації (с.109).

14. Загалом виклад дисертації можна назвати недбалим, погано вичитаним. Кілька прикладів з першого розділу: “відображення є станом  $x_k$  до стану  $x_{k+1}$ ”; “пересікають” замість перетинають; “вектор-функція, значення якої спрямоване під гострим кутом до свого аргументу”; “убуває” замість зменшується; терміни “контроль” і “керування” використовуються по чергово, хоча означають те ж саме.

Ці зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

**Висновок.** Дисертаційна робота Русина В. Б. є цілісним науковим дослідженням і може бути позитивно оцінена. В роботі зроблено вклад у математичне і практичне розв'язання актуального наукового завдання -- дослідження методів і засобів моделювання та управління динамічним хаосом, а також використання відповідних систем генерації в захищеному зв'язку.

Вважаю, що за актуальністю теми, обсягом досліджень, науковою новизною, достовірністю одержаних результатів, рівнем їх апробації та використанні дисертація задовольняє вимоги ДАК України до кандидатських дисертацій з технічних наук, а її автор Русин В. Б. заслуговує надання вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, професор,  
зав. каф. інформаційних систем і технологій  
ІППТ НУ „Львівська політехніка”

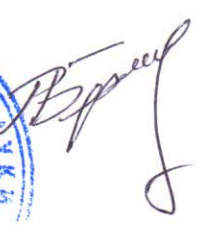
 Матвійчук Я. М.

Підпис проф. Я. М. Матвійчука

ЗАСВІДЧУЮ.

Вчений секретар  
НУ „Львівська політехніка”





Брилинський Р. Б.