

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Олексюка Вадима Володимировича «Математичне та програмне забезпечення дослідження завадостійкості цифрових modemів з шумовими сигналами», представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

### 1. Актуальність обраної теми дисертації.

Зростання вимог до захищеності інформації, обмеженості частотного ресурсу, розвиток елементної бази радіосистем з використанням досягнень мікроелектроніки та технологій цифрової обробки сигналів, дають змогу по новому підійти до проблем розробки ефективних modemів з шумовою несучою. Розв'язання таких задач можливе лише при застосуванні нових методів математичного та програмного забезпечення, що проробляються в даній роботі.

З цього випливає, що актуальність даного дисертаційного дослідження «Математичне та програмне забезпечення дослідження завадостійкості цифрових modemів з шумовими сигналами» не викликає сумнівів.

### 2. Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

1. *вперше* розроблено метод математичного моделювання процесу оцінювання завадостійкості демодулятора цифрового modemу з шумовими сигналами, що враховує квадратичний розподіл випадкової величини демодулятора. На відміну від аналогів цей метод враховує негауссовий закон розподілу складових, що підвищує точність оцінки завадостійкості багатопозиційного modemу з кореляційно часовою маніпуляцією шумового сигналу;

2. *вперше* розроблено метод математичного моделювання процесу оцінювання завадостійкості з використанням характеристичних функцій для бінарного modemу з кореляційно часовою маніпуляцією шумового сигналу, що на відміну від існуючих аналогів дозволяє підвищити точність оцінки завадостійкості modemу та отримати аналітичні вирази для обчислення потенційної завадостійкості демодулятора за рахунок врахування негауссової функції розподілу випадкової величини;

3. *отримав подальший розвиток* метод математичного моделювання процесу оцінювання завадостійкості з використанням характеристичних функцій, що за рахунок врахування негауссової функції розподілу випадкових величин дозволяє здобути аналітичні вирази для точної оцінки потенційної завадостійкості демодулятора для modemу з фазовою маніпуляцією шумового сигналу.

4. *удосконалено* метод пошуку мінімальної кількості відліків аналогово-цифрового перетворювача шумового сигналу для заданого рівня відношення сигнал/завада, який при застосуванні експонентної регресії підвищує ефективність програмної реалізації цифрового modemу та забезпечує зменшення ймовірності помилки біту для різного рівня завадових обставин в modemі множинного доступу з кореляційно часовою маніпуляцією шумового сигналу;

5. *удосконалено* метод проектування програмного забезпечення шляхом об'єктно-орієнтованого підходу до імітаційного моделювання процесу оцінювання завадостійкості цифрових modemів з шумовими сигналами, що дозволяє підвищити ефективність супроводжування імітаційної системи.



### **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації та їх достовірність.**

Основні наукові результати дослідження: методи математичного моделювання процесу оцінювання завадостійкості з врахуванням впливу в демодуляторі негауссового розподілу та методи проектування програмного забезпечення – чітко сформульовані, достатньо обґрунтовані та не викликають сумнівів. Достовірність наукових положень дисертації забезпечується:

- коректним використанням у процесі досліджень методів теорії ймовірності і математичної статистики, уніфікованої мови моделювання, об'єктно-орієнтованого програмування, системного аналізу;
- відповідністю експериментальних досліджень за допомогою розроблених програмних моделей виконаним теоретичним розрахункам.

### **4. Практична цінність результатів** полягає у наступному:

1. Розроблена у середовищі програмування та запатентована структурна схема модему множинного доступу із кореляційно-часовою модуляцією шумового сигналу, що на стороні модулятора має в ( $K-1$ ) разів меншу потужність еталонного сигналу відносно запатентованого прототипу, та дозволяє збільшити завадостійкість приймача за рахунок зменшення негативного впливу потужності системної завади для  $K$ -користувачів;

2. Розроблене програмне забезпечення обрахунку мінімальної кількість відліків аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) модему з шумовими сигналами для визначеності кількості користувачів та заданого рівня відношення сигнал/завада мінімізує імовірність виникнення помилки;

3. Використання удосконаленої архітектури та об'єктно-орієнтованої методики програмної реалізації засобів імітаційного моделювання цифрових modemів з шумовим носієм дає можливість підвищити ефективність супроводження імітаційної системи;

4. Розроблені засоби середовища математичного та програмного забезпечення дають точні аналітичні вирази оцінки завадостійкості цифрових modemів, що важливо для задач порівняння нових методів розробки та проектування modemів інформаційних систем.

5. Одержані результати використані в проектуванні систем передачі даних та впроваджені у ДП НДІ «Акорд» (м. Черкаси, акт від 16.09.2020 р.).

### **5. Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації.**

Основні наукові результати, що отримані в дисертації, викладено здобувачем у 10 друкованих працях, в тому числі в 4 наукових статтях, у наукових виданнях, що входять до переліку МОН України та інших наукометричних баз даних, 1 статті у закордонному періодичному науковому виданні та 4 доповіді на науково-практичних конференціях. Отримано один патент України на корисну модель.

### **6. Дотримання норм академічної добросесності**

Результати аналізу дисертації Олексюка В.В., в тому числі за допомогою перевірки тексту дисертації з використанням Системи виявлення текстових збігів, свідчить про дотримання автором норм і правил академічної добросесності. Некоректно оформленіх запозичень чи інших ознак

неправомірного використання результатів інших авторів без зазначення авторства в роботі не виявлено.

### 7. Зауваження по дисертації:

- Деякі твердження при посиланнях на попередні дослідження містять неточні оцінки. Наприклад, на с. 15 вказано: "Аналітичні методи використовуються на ранніх етапах проектування тому, що дають значне розуміння взаємозв'язку між параметрами та роботою системи".
- На с. 31 при узагальненні вимог до когерентних систем вказано, що це суттєво ускладнює реалізацію приймально-передавальної апаратури. Як наслідок, системи даного типу не знайшли широкого практичного застосування. Такий висновок достатньо категоричний.
- Другий розділ присвячений питанням підвищення адекватності оцінювання завадостійкості демодуляторів цифрових modemів з шумовими сигналами, але не зрозуміло яка для цього застосована модель каналу?
- Незрозуміле значення коефіцієнта  $n$  у поясненнях до виразу (2.52).
- Апарат характеристичних функцій був застосований лише для дослідження бінарних modemів з кореляційно часовою і фазовою маніпуляцією шумового сигналу, чи розглядалась можливість дослідження систем з множинним доступом?

Наведені недоліки не зменшують значимість наукових результатів.

### 8. Висновок.

Дисертація Олексюка Вадима Володимировича «Математичне та програмне забезпечення дослідження завадостійкості цифрових modemів з шумовими сигналами» є завершеною науковою роботою на актуальну тему, а отримані результати вирішують важливу науково-технічну задачу підвищення точності оцінки характеристик демодуляторів цифрових modemів з шумовими сигналами за рахунок розробки математичного та програмного забезпечення для моделювання процесу оцінювання їх завадостійкості.

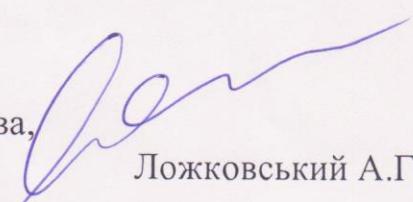
Представлена до розгляду дисертація відповідає вимогам МОН України, зокрема Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах) і Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, а її автор, Олексюк Вадим Володимирович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри комутаційних систем

Одеської національної академії зв'язку ім. О.С. Попова,

доктор технічних наук, професор

  
Ложковський А.Г.

