

**ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Пастернак Ірини Ігорівни  
на тему: «Підвищення ефективності мережевих  
інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем»,  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю  
05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

**Актуальність теми дисертації**

Розвиток навігаційних сервісів кіберфізичних систем є одним з перспективних напрямків розвитку науки і техніки майбутнього. В свою чергу, однією з необхідних умов навігаційних сервісів кіберфізичних систем є розвиток методів та засобів розробки мережевих інтерфейсів для навігаційних сервісів цих систем, що застосовуються для оперативного аналізу даних одержаних з різного роду пристроїв, наприклад, автомобілів чи інших рухомих об'єктів. Наявність широкого розмаїття характеристик пристроїв та їх особливостей, вплив зовнішніх факторів є суттєвими перепонами при створенні універсальних методів розроблення мережевих інтерфейсів для навігаційних сервісів кіберфізичних систем. Навігаційні сервіси кіберфізичних систем використовуються для моніторингу рухомих об'єктів, а також визначення їх стану та характеру взаємодії у комп'ютерних мережах. Розроблені досі методи реалізації мережевих інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем вирішують поставлені завдання у випадках типової взаємодії пристрою з навігаційним сервером. Ця особливість забезпечує придатність багатьох відомих методів лише для розв'язання доволі незначної кількості задач – від розробки навігаційних систем безпеки та моніторингу рухомих об'єктів до транспортних перевезень. Світові тенденції розвитку мережевих інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем вказують на те, що вони прямують у сторону універсалізації, тобто роботи з об'єктами дедалі складнішої структури, що призводить до збільшення і їх складності. А це, в свою чергу, вимагає постійного удосконалення апаратної бази для забезпечення прийнятної тривалості розв'язання задач, що пов'язані з обробкою інформації. Тому розвиток та вдосконалення методів та засобів підвищення ефективності мережевих інтерфейсів в навігаційних сервісах кіберфізичних систем є надзвичайно актуальними.

Дисертаційна робота виконанна у межах науково-дослідної роботи кафедри електронних обчислювальних машин ДБ/КІБЕР № 015 - 97 «Питання теорії, проектування та реалізації комп'ютерних систем та мереж, а також комп'ютерних засобів, вузлів, приладів і пристроїв вимірювальних, інформаційних, керуючих, телекомунікаційних та кіберфізичних систем» (номер державної реєстрації 0115U000446).

## **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність.**

Аналіз змісту дисертаційної роботи та методів дослідження дозволяє стверджувати, що наукові результати та висновки достатньо обґрунтовані. Наукові положення та висновки базуються на аналізі сучасних та загально визнаних літературних джерел як в об'єктній, так і предметній областях дисертаційного дослідження. Перевірка достовірності запропонованих вдосконалених методів підвищення ефективності розробки мережевих інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем проведена на основі експериментальних досліджень з використанням реалізованих мережевих інтерфейсів.

Достовірність способу порівняння розроблених і традиційних засобів реалізації мережевих інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем підтверджується результатами експериментальних досліджень та реалізації навігаційного сервісу «ZITtrack».

### **Основні наукові результати досліджень та наукова новизна дисертації**

Здобувачем розв'язано актуальне наукове завдання підвищення ефективності мережевих інтерфейсів в навігаційних сервісах кіберфізичних систем. При цьому отримано такі наукові результати:

*вперше*

- запропоновано метод розробки мережевого інтерфейсу для навігаційних сервісів кіберфізичних систем шляхом параметризації системи команд та даних, за якою для кожного класу задач визначають підходи для розробки мережевого інтерфейсу та його специфікації, що дає можливість зменшити час реакції інтерфейсу на запити від клієнтів;
- запропоновано спосіб порівняння розроблених і традиційних засобів реалізації мережевих інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем, який дав можливість на етапі проектування навігаційних сервісів вибрати один із вдосконалених методів для реалізації мережевих інтерфейсів;

*вдосконалено*

- існуючі методи динамічної, статичної та статично-динамічної мережної взаємодії в навігаційних сервісах кіберфізичних систем шляхом оптимізації функції мережевого інтерфейсу, що дає можливість зменшити час розробки мережевих інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем.

### **Практичне значення результатів дисертаційної роботи**

Отримані в дисертації результати мають як наукове, так і практичне значення. Практичну цінність отриманих наукових результатів дисертаційної

роботи підтверджують акти використання результатів дисертаційної роботи у наукових проектах та практичних розробках.

Практична цінність роботи полягає у наступному:

- розроблений спосіб та проведене порівняння мережевих інтерфейсів побудованих з застосуванням вдосконалених методів та традиційних підходів до побудови мережевих інтерфейсів, які дали можливість скоротити у 2 рази терміни розробки інтерфейсів навігаційного сервісу ZiTrack;
- реалізовані методи розробки мережевих інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем дали можливість на 19% покращити ефективність мережної взаємодії кіберфізичних систем для моніторингу рухомих об'єктів в порівнянні з існуючими.

### **Оцінка мови, стилю, змісту та оформлення дисертації й автореферату**

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків наприкінці кожного з розділів, загальних висновків, списку використаних джерел зі 121-го найменування і трьох додатків. Загальний обсяг дисертації - 164 сторінки, з них 137 сторінок – основна частина.

У першому розділі дисертації проаналізовано кіберфізичні системи та принципи їх функціонування; ґрунтовно оглянуто навігаційні сервіси, які використовуються у кіберфізичних системах. Проаналізовано взаємодію клієнта з сервером за допомогою мережевого інтерфейсу, визначено функції мережевого інтерфейсу, теоретично обґрунтовано ефективність мережевого інтерфейсу. При аналізуванні дисертант особливу увагу приділила іноземним літературним джерелам за останні роки, що є позитивним аспектом роботи, оскільки дає змогу дисертанту врахувати світовий досвід при виконанні дослідження.

У другому розділі дисертантом запропоновано нові теоретичні рішення, що безпосередньо стосуються розв'язку задачі підвищення ефективності мережевих інтерфейсів в навігаційних сервісах кіберфізичних систем. Зокрема, запропоновано модульний мережевий інтерфейс навігаційного сервісу кіберфізичних систем, а також модель параметризованого мережевого інтерфейсу навігаційного сервісу кіберфізичних систем. Відмінність запропонованої моделі від відомих полягає у параметризації мережевого інтерфейсу та поділі його на універсальну і спеціальну частину. Зроблено вибір критеріїв ефективності мережевого інтерфейсу навігаційного сервісу кіберфізичних систем для порівняння існуючих мережевих інтерфейсів, розроблених на основі традиційних методів та мережевих інтерфейсів, розроблених з використанням вдосконалених методів. У роботі показано, що застосування вдосконалених методів дозволяє спростити розробку мережевого інтерфейсу навігаційного сервісу кіберфізичних систем незалежно від типу навігаційного пристрою. Завдяки запропонованим

підходам підвищується ефективність розробки мережевих інтерфейсів.

Запропоновані та реалізовані вдосконалені методи, а саме статично-динамічної, динамічної та статичної розробки мережевого інтерфейсу в НС кіберфізичних систем, використовуються дисертантом при розробці мережевих інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем, що відображено у розділах 3 і 4. Показано шляхи вдосконалення існуючих методів розробки мережевого інтерфейсу навігаційного сервісу кіберфізичних систем. Це дозволило досягнути таких переваг, як підвищення реакції мережевих інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем на запити від клієнтів та зменшення терміну розробки мережевих інтерфейсів.

Третій і четвертий розділи присвячені практичним розробкам. У третьому розділі наведено шляхи та реалізацію вдосконалення статично-динамічного, динамічного та статичного методу розробки мережевого інтерфейсу в НС кіберфізичних систем для реалізації запропонованої у розділі 2 моделі параметризованого мережевого інтерфейсу навігаційних сервісів кіберфізичних систем. Математично обґрунтовано ефективності мережевих інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем за двома критеріями: термін розроблення та час реакції модульного мережевого інтерфейсу навігаційних сервісів кіберфізичних систем.

Четвертий розділ присвячений реалізації вдосконалених методів розробки мережевих інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем. Детально показано реалізацію кожного вдосконаленого методу на основі принципів наслідування, використання та інстанціювання. Наведені матеріали доводять коректність функціонування розроблених вдосконалених методів та принципів, що реалізовані у них. Проведено порівняння мережевих інтерфейсів навігаційного сервісу кіберфізичних систем на ефективність реалізованих з використанням вдосконалених методів. Крім цього, у розділі розглядається реалізація навігаційного сервісу «ZITtrack».

У додатках подано лістинги програм мовою Java, що використовувалися при дослідженні запропонованих вдосконалених методів та запропонованих засобів розробки мережевих інтерфейсів, а також лістинги базових функцій для реалізації мережевих інтерфейсів.

Загалом дисертаційна робота написана з використанням загальноновизнаної термінології. Стилiстика викладення матеріалу забезпечує доступність його сприйняття. Автореферат відповідає змісту дисертації та не містить наукових висновків, що відсутні в дисертації. Оформлення як дисертаційної роботи, так і автореферату відповідає вимогам МОН та Держстандартів України.

## Повнота викладення дисертантом основних результатів дисертації у публікаціях

Основні результати дисертації достатньо повно викладені у 16-и публікаціях. З них 6 статей у фахових виданнях, затверджених МОН України, 1 стаття у виданні України, що входить до наукометричних баз, 9 тез доповідей, у тому числі і на міжнародних наукових конференціях.

### Зауваження до дисертаційної роботи

1. У розділі 2.5 доцільно було б навести розширене обґрунтування вибору критеріїв порівняння мережеских інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем.
2. В розділі 3 у висновках зазначено: «в результаті використання вдосконалених методів можна на 19% підвищити ефективність мережеских інтерфейсів у навігаційних сервісах кіберфізичних систем», однак у викладеному матеріалі відсутнє достатнє обґрунтування отриманої величини підвищення ефективності.
3. У розділі 4 доцільно було б розглянути та описати принципи реалізації кіберфізичної системи, а також розглянути не лише реалізацію мережеского інтерфейсу на базі вдосконалених методів, а й для порівняння на базі традиційних підходів.
4. Доцільно було б більш деталізовано викласти та обґрунтувати спосіб порівняння розроблених і традиційних засобів реалізації мережеских інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем.
5. У авторефераті некоректно вказані одиниці виміру оцінки критеріїв навігаційних сервісів кіберфізичних систем (стор. 9).
6. В доволі багатьох наведених формулах відсутні пояснення величин та символів. До прикладу, формули 2-8, 11-16 автореферату, 1.6-1.14, 1.17-1.20, 2.2-2.10, 3.14-3.32 в дисертації.
7. В авторефераті не деталізовані результати порівняння розроблених і традиційних засобів розробки мережеских інтерфейсів навігаційних сервісів кіберфізичних систем.
8. У тексті дисертації зустрічається доволі багато скорочень, пояснення до яких відсутнє у списку умовних скорочень.
9. В тексті дисертації та в авторефераті зустрічається доволі значна кількість граматичних та стилістичних помилок і описок, а також некоректне використання термінів (наприклад, розробка – розроблення, мережний – мережеский тощо), що місцями призводить до важкого сприйняття викладеного матеріалу.

Вказані зауваження не стосуються основних положень дисертації, які винесено на захист, та не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

### **Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам**

1. Дисертаційна робота Пастернак Ірини Ігорівни є завершеним науковим дослідженням, в якому розв'язано актуальне наукове завдання - є завершеною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати, що в сукупності розв'язують наукову задачу підвищення ефективності мережевих інтерфейсів в навігаційних сервісах кіберфізичних систем.

Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти у частині формули спеціальності та за напрямками: розроблення та дослідження методів і технологій автоматизованого проектування технічних і програмних засобів комп'ютерних систем і мереж, мов опису, моделей і структурно-алгоритмічної організації систем і мереж для різних ієрархічних рівнів їх подання, створення інтелектуалізованих систем аналізу і синтезу апаратних і програмних засобів комп'ютерних мереж та інформаційно-вимірювальних систем, комп'ютерних мереж та їх компонентів .

2. Основні результати роботи достатньо повно опубліковано, пройшли належну апробацію на наукових конференціях та семінарах.

3. Автореферат відповідає змісту дисертації та повністю його відображає. Дисертаційну роботу виконано на доволі високому науковому рівні, вона достатньо відповідає вимогам, які висуваються до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата наук, зокрема, пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор, Пастернак Ірина Ігорівна, заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент

проректор з науково-дослідної роботи,  
Львівського державного університету  
безпеки життєдіяльності  
д.т.н., доцент



Т.Є. Рак