

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Молчанова Олексія Андрійовича  
на тему «Метод і засоби проєктування парсерів пакетів для ПЛІС»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань **12 «Інформаційні технології»**  
за спеціальністю **123 «Комп'ютерна інженерія»**

### **Актуальність теми дисертації.**

Задача аналізу змісту мережевих пакетів історично була однією з перших, для вирішення якої почали використовуватися апаратні рішення на базі програмованої логіки. Постійне зростання мережевого трафіку та складності алгоритмів обробки мережевих потоків даних фактично унеможливило використання програмної реалізації. Останнім часом апаратні системи граматичного розбору мережевих пакетів на базі ПЛІС все частіше застосовуються у галузі інформаційних технологій, зокрема в маршрутизаторах, у пристроях Інтернету речей, на серверах, що обробляють запити користувачів онлайн-ресурсів, тощо. Крім забезпечення необхідного рівня швидкодії такі системи також зменшують енергетичні витрати.

Втім, забезпечуючи покращення показників продуктивності та енергоефективності, апаратні та програмно-апаратні розробки на базі ПЛІС дещо програють суто програмним рішенням з аналізу мережевих пакетів. Переналаштування таких систем на інші алгоритми розбору або інші набори граматик зазвичай вимагає неприйнятно великих зусиль та часових витрат. Для подолання цього недоліку потрібні нові апаратні схеми розбору мережевих пакетів на базі ПЛІС (а також підходи до їх проєктування), які можуть бути швидко переналаштовані в динамічному режимі без припинення функціонування. Саме на вирішення цього наукового завдання спрямовано кваліфікаційне дослідження О.А. Молчанова, що й обумовлює його актуальність.

**Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

В дисертаційній роботі сформульовано та вирішено наукове завдання, що

полягає в покращенні функціональних властивостей апаратних засобів граматичного розбору мережевих пакетів з використанням ПЛІС шляхом розширення можливості їх переналаштування.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження на думку офіційного опонента полягає в наступному.

1. Вдосконалено метод проєктування апаратних засобів для розбору мережевих пакетів на основі стекових скінченних автоматів. Вдосконалений метод відрізняється від відомих використанням програмно-апаратного представлення скінченного автомату граматичного розбору, що дозволяє швидко змінювати алгоритм або множину граматик, за якими відбувається розбір.

2. Вперше запропоновано спосіб проєктування стекових архітектур для програмно-апаратної реалізації граматичного розбору, який відрізняється тим, що до базової стекової архітектури процесора з двома стеками включаються додаткові стеки і спеціальні команди, завдяки чому досягається пришвидшення граматичного розбору у порівнянні з програмною реалізацією.

3. Вперше створено обчислювальну структуру парсера, яка базується на запропонованому методі проєктування та на відміну від відомих структур крім компілятора граматик містить спеціалізований стековий процесор, що реалізує адаптований для програмно-апаратного виконання алгоритм граматичного розбору XML-документів для заданого набору граматик, за рахунок чого забезпечується можливість динамічної зміни алгоритму розбору або набору підтримуваних граматик.

4. Вперше отримано аналітичне представлення розрахунку швидкодії програмно-апаратного парсера, спроектованого за запропонованим методом, яке дає змогу виконати оцінку кількості тактів виконання розбору, в залежності від набору граматик, що підтримуються.

Обґрунтованість та достовірність теоретичних положень і здобутих наукових результатів підтверджується строгими теоретичними викладками, результатами імітаційного моделювання та роботою реальних синтезованих схем.

## **Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Молчанова О.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія», є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям, пов'язаний з апаратним прискоренням систем розбору мережевих пакетів.

Наявний звіт за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння свідчить, що дисертаційна робота Молчанова Олексія Андрійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації та плагіату. Запозичені ідеї, результати і тексти інших авторів супроводжуються посиланнями на першоджерела.

### **Мова та стиль викладення результатів.**

Дисертаційна робота написана українською мовою. Зміст дисертаційної роботи автор розкрив в цілому послідовно та логічно, демонструючи володіння методологією наукової діяльності повною мірою. В тексті дисертації відсутні не розшифровані терміни або нерозкриті залежності, які би вимагали додаткового пояснення. Під час викладення матеріалу автор використовував усталену наукову термінологію.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 225 сторінок.

У вступі розкрита актуальність теми дисертації, сформульовані об'єкт і предмет дослідження, його мета і завдання, які потрібно вирішити, щоб її досягти. Визначена наукова новизна положень, що виносяться на захист.

У першому розділі дисертаційної роботи докладно розглядаються сучасні підходи та методи граматичного розбору мережевих пакетів. Здійснено порівняльний аналіз відомих програмних і апаратних методів розбору мережевих пакетів. Ретельно досліджено специфічні особливості та недоліки існуючих методів апаратного розбору, в тому числі – на базі ПЛІС. В результаті сформульовано задачу розширення можливостей з переналаштування апаратних засобів граматичного розбору мережевих пакетів на базі ПЛІС.

У другому розділі дисертації в якості вирішення виявленої проблеми в

дослідженій галузі пропонується вдосконалений метод проєктування спеціалізованих апаратних прискорювачів на основі стекових скінченних автоматів для програмно-апаратного граматичного розбору мережевих пакетів на базі ПЛІС. Сформульовано критерії, яким мають задовольняти засоби розбору, спроектовані за запропонованим методом, згідно наукового завдання. Визначено обмеження запропонованого методу та рекомендовані умови застосування. Обрано та адаптовано програмний метод розбору для програмно-апаратної реалізації запропонованого метода.

В третьому розділі розглянуто приклад застосування запропонованого методу проєктування: наводиться реалізація на його основі спеціалізованого стекового процесора SM16, призначеного для ефективного виконання адаптованого алгоритму граматичного розбору. Також наводиться реалізація засобів автоматизації розробки парсерів мережевих пакетів на базі SM16, проведено аналіз характеристик розробленого процесора та його порівняння з відомими стековими процесорами.

У четвертому розділі дисертації виконується імітаційне моделювання роботи парсера з використанням симулятора процесора SM16 для різних граматики XML та різних наборів вхідних даних. Наводиться порівняння результатів тестування з іншими відомими програмними та апаратними парсерами XML-документів.

У висновках сформульована науково-технічна задача, що була вирішена здобувачем під час виконання дисертаційної роботи, наведений перелік здобутих теоретичних і практичних результатів.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.**

Наукові результати дисертації достатньо повно висвітлені у 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України на дату опублікування; 2 статті у періодичних виданнях, проіндексованих у наукометричній базі даних Scopus.

Апробація результатів дисертаційного дослідження була здійснена шляхом участі в 4 наукових фахових конференціях.

Вказаний особистий внесок здобувача в сумісних публікаціях свідчить, що саме він є автором наукових результатів, що виносяться на захист. Під час публікації наукових праць автор не використовував плагіат і дотримувався принципів академічної доброчесності.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. В тексті дисертації недостатньо чітко відокремлено відомі результати попередників від положень, які автор запропонував особисто, що ускладнює об'єктивну оцінку результатів, здобутих дисертантом.

2. Невдалі назви деяких структурних одиниць дисертації, наприклад, в пункті "2.2.1 Опис вдосконаленого методу проектування апаратних прискорювачів для граматичного розбору" насправді йдеться про підхід до створення покращеного методу та перелічуються критерії, яким він має відповідати. Основні ідеї запропонованого методу та його суть викладені в підрозділі "2.3 Застосування вдосконаленого методу проектування апаратних прискорювачів". А пункт, в якому описується запропонована структура парсера, називається "2.3.3 Адаптація алгоритму граматичного розбору для програмно-апаратного виконання".

3. Послідовне та логічне в цілому викладення матеріалу дещо порушує розгляд існуючих реалізацій XML-парсерів не на початку дослідження під час огляду стану справ щодо теми дослідження, в останньому розділі.

4. В тексті дисертації присутня незначна кількість граматичних, та пунктуаційних помилок, а також помилок верстки, зокрема:

- стор. 27, останній абзац: "В додатках *наводить* лістинг реалізації ...";
- стор. 65, другий абзац зверху: "[12]–[1], [7]";
- стор. 81: крапка наприкінці назви таблиці 2.3;
- посилання на таблиці іноді скорочені ("табл."), іноді – наведені повністю ("в таблиці 2.1.", "у таблиці 2.2", "у таблиці 2.3", "У таблиці 4.1", "з таблиці 4.1", "в таблиці 4.3", "У таблиці 4.9", "в таблиці 4.10", "в таблиці 4.11", "У таблиці 4.12", "В таблиці 4.13");
- помилки верстки (прогалини біля рисунків) на стор. 86, 109, 139, 140.

Втім, згадані зауваження не зменшують наукову та практичну цінність дисертаційної роботи та не впливають на її загальну позитивну оцінку.

### Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Молчанова Олексія Андрійовича на тему «Метод і засоби проєктування парсерів пакетів для ПЛІС» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, теоретичні та практичні результати якого розв'язують наукове завдання, що має важливе значення для галузі знань «Інформаційні технології». Дисертаційна робота за актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю відповідає вимогам чинного законодавства України згідно п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Вважаю, що здобувач Молчанов Олексій Андрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

### Офіційний опонент:

Старший науковий співробітник  
Інституту проблем моделювання в енергетиці  
ім. Г.Є. Пухова НАН України,  
д-р техн. наук, ст. наук. співр.

 Сергій ГІЛЬГУРТ

М.П. « 12 » 01 2024 року

