

# ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора **Шостака Ігоря Володимировича**

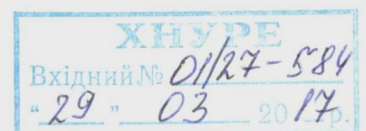
на дисертацію Солодовнікова Андрія Сергійовича

**«Інформаційна технологія синтезу програмної архітектури на основі графової моделі»**, яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

**Актуальність теми.** Сучасні умови існування ринку програмного забезпечення (ПЗ) характеризуються високим рівнем конкуренції, що обумовлює нагальну потребу в кастомізації ПЗ, яка полягає в адаптації цього забезпечення під змінні в чісі потреби кінцевого користувача з урахуванням специфіки конкретного підприємства і конкретного робочого місця, хоча існуючи методи, технології та інструментальні засоби створення ПЗ інформаційних систем і надають змогу виконувати розробку як при визначених вимогах на основі водоспадної стратегії, так і при вимогах кінцевого користувача, що змінюються еволюційно, на основі стратегії гнучкої розробки. Як свідчить практика, необхідність у кастомізації може виникати як в процесі розробки, так і супроводу ПЗ.

Методи і технології, що засновані на водоспадній стратегії недоцільно застосовувати для вирішення задач кастомізації, оскільки вони використовують тільки апріорно відомі вимоги кінцевого користувача. При цьому застосування технологій гнучкої розробки при кастомізації в процесі побудови програмної архітектури призводить до надмірних матеріальних витрат, оскільки вони застосовані на використанні евристик.

Наведені вище обставини вказують на протиріччя між можливостями існуючих технологій проектування й практичною необхідністю адаптації ПЗ до функціональних вимог кінцевих користувачів, що змінюються в часі. Це, в свою чергу, призводить до виникнення проблеми створення ефективних формальних підходів до кастомізації ПЗ інформаційної системи. Вирішення вказаної проблеми вимагає розробки формальних графових моделей програмної архітектури та вдосконалення інформаційної технології синтезу програмної архітектури.



У зв'язку з цим, запропоновано вирішення актуальної науково-практичної задачі, а саме розробки методів структурного синтезу програмної архітектури інформаційної системи з урахуванням вимог кінцевого користувача, що змінюються під час її розробки та впровадження.

**Обґрунтованість наукових положень і результатів.** Достовірність наукових результатів, висновків та пропозицій, що сформульовані у дисертаційній роботі, забезпечується коректним використанням теорії графів, теорії автоматів і некласичних логік. Необхідна повнота і достовірність дослідження досягалась використанням надійних методів дослідження, адекватних меті і поставленим задачам. Ефективність і надійність розроблених моделі, методів та інформаційної технології підтверджені результатами впровадження програмного продукту.

**Основні наукові результати досліджень та наукова новизна дисертації.** Наукова новизна отриманих результатів полягає у розвитку методів розробки та структурного синтезу програмної архітектури інформаційної системи на основі графових моделей, для чого:

- *вперше* запропоновано метод об'єднання вершин ярусно-паралельної графової моделі програмної архітектури інформаційної системи; вершини графової моделі відображають програмні модулі та інформацію, що необхідна для розрахунку показників зчеплення і зв'язності модулів; запропонований метод дозволяє зменшити структурну складність моделі;

- *вперше* запропоновано графовий метод оцінки функціональної складності програмного забезпечення, який використовує графову ярусно-паралельну модель програмної архітектури, завдяки чому дозволяє на основі функціональних характеристик програмних модулів і критеріїв функціональної складності оцінити адекватність програмного забезпечення вимогам кінцевого користувача;

- *удосконалено* автоматний метод перевірки виконання обмежень до програмного забезпечення, що формується, який відрізняється від існуючих методів етапами синтезу моделі кінцевих автоматів для процесу взаємодії



модулів програмної архітектури, верифікації функцій програмного забезпечення та його відмово стійкості; метод дозволяє оцінити можливість розгортання програмного забезпечення інформаційної системи для існуючих вимог кінцевого користувача;

– *удосконалено* графову ярусно-паралельну модель програмної архітектури інформаційної системи, що відрізняється від існуючих моделей наявністю взаємозв'язків за даними між модулями та функціональних характеристик програмних модулів; модель дозволяє підвищити ефективність динамічного конфігурування програмної архітектури, спираючись на вимоги кінцевого користувача, що змінюються еволюційно.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Завдяки запропонованим моделі та методам удосконалено інформаційну технологію синтезу програмної архітектури, яка дозволяє знизити витрати на реалізацію функціональних задач інформаційної системи з урахуванням змінних вимог кінцевого користувача. Розроблені модель, методи та інформаційна технологія представлені на рівні інженерних методик і реалізовані у вигляді інструментарію розробника програмного забезпечення «SW Designer», що дозволяє виконувати конфігурування програмного забезпечення інформаційної системи. Впровадження отриманих результатів підтверджується актами про впровадження в наукову та проектну діяльність Інституту фізики високих енергій і ядерної фізики Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» (ІФВЕЯФ ННЦ ХФТІ, акт впровадження від 18.04.2016 р.) та «Харківський науково-дослідний інститут технології машинобудування» (акт впровадження від 9.12.2014 р.).

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідної роботи кафедри системотехніки Харківського національного університету радіоелектроніки № 293 «Розробка методології математичних моделей соціально-економічних систем при реалізації концепції їх стійкого розвитку»

### **Структура роботи**

Дисертаційна робота містить вступ, 4 розділи, висновки, додатки та перелік використаних джерел.

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, сформульована новизна і практичне значення отриманих результатів.

**У першому розділі** виконано аналіз сучасних методів та технологій синтезу програмної архітектури, відображено процеси проектування програмної архітектури інформаційної системи на основі графової моделі. Розглянуто можливість використання графових моделей програмної архітектури у межах об'єктно-орієнтованій, компонентно-орієнтованій, функціонально-орієнтованій технологій програмування. Також відображені недоліки сервіс-орієнтованої архітектури ПЗ та архітектури на базі динамічних ланцюгів програмних продуктів (DSPL), вказано обмеження їх застосування. Встановлено, що вирішення задачі кастомізації ПЗ в умовах змінних вимог кінцевого користувача залишається актуальним та потребує вдосконалення сучасних методів, засобів та технологій.

**Другий розділ** роботи автор присвятив вдосконаленню ярусно-паралельної графової моделі програмної архітектури інформаційної системи. Засновуючись на вдосконаленій графовій моделі, запропоновано методи спрощення її структурної та функціональної складності, а саме: метод об'єднання вершин графової моделі та графовий метод оцінки функціональної складності ПЗ інформаційної системи. Графова модель програмної архітектури описує елементарні програмні модулі, що реалізують функціональні задачі інформаційної системи.

Графова модель у сукупності із запропонованими методами дозволяє надати програмній архітектурі надлишкову функціональність, забезпечити гнучке конфігурування системи, засновуючись на умовах змінних вимог

кінцевого користувача, а також зменшити витрати часу користувача на адаптацію програмного коду. Завдяки наявності надлишкової функціональності кінцевому користувачу надається можливість формувати підграфи функціональних задач інформаційної системи, які відповідають різним методам розв'язання конкретної задачі користувача. У разі необхідності програмна архітектура інформаційної системи, яка спирається на графову моделі, дозволяє виконати переконфігурування функціональності робочого місця.

**Третій розділ присвячено** удосконаленому автоматному методу перевірки виконання обмежень до ПЗ та програмній реалізації цього методу на базі технології автоматного програмування. Метод, що запропонований автором, використовується в цілях проектування виконувача обчислювальних процесів, моделювання функціонування програмних модулів та їх взаємодії, а також перевірки результатів моделювання з нефункціональними вимогами користувачів системи. Моделювання зазначених процесів відбувається на основі вдосконаленої графової моделі програмної архітектури та формалізованих властивостей програмного забезпечення, які, у свою чергу, повинні відповідати нефункціональним вимогам. Запропонований автоматний метод дозволяє підвищити відмовостійкість програмного забезпечення інформаційної системи.

**У четвертому розділі** автор запропонував вдосконалену інформаційну технологію структурного синтезу програмної архітектури інформаційної системи, яка є об'єднанням запропонованих моделі та методів. Ця інформаційна технологія використовується для структурного синтезу програмної архітектури інформаційної системи, зменшення її структурної та функціональної складності, а також для підвищення ефективності адаптації програмного забезпечення до швидкозмінних вимог користувача системи. Автором також наведено застосування інформаційної технології у вигляді програмного інструментарію «SW Design».



## **Оцінка мови та стилю дисертації й автореферату.**

Повний обсяг дисертації складає 191 сторінку, містить 38 рисунків, 14 таблиць по тексту, список використаних джерел з 159 найменувань та 4 додатки. Дисертаційну роботу написано грамотною технічною мовою, на достатньо високому стилістичному рівні. Застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання фахівцями.

**Повнота викладу основних результатів у наукових виданнях та апробація.** Автором опубліковано 13 наукових праць за результатами дисертаційної роботи: 7 статей (5 статей у наукових фахових виданнях України та 2 статті у закордонних виданнях з технічних наук), а також 6 публікацій в працях наукових міжнародних конференцій. Усі результати дисертаційної роботи, які виносяться на захист, отримані здобувачем самостійно. Автореферат дисертації цілком відповідає змісту дисертаційної роботи та містить основні наукові положення. Оформлення рукопису дисертаційної роботи й автореферату повністю відповідає чинним вимогам.

### **Зауваження щодо змісту дисертаційної роботи та автореферату**

1. У розділі 1 досить докладно розглянуто особливості використання моделей життєвого циклу програмного забезпечення інформаційних систем, але не вказується їх зв'язок із вирішуваними у подальшому дослідженні науково-практичними задачами.

2. Опис ярусно-паралельної моделі (рис. 2.7) не містить заданого параметру часу у явному вигляді.

3. З тексту рукопису не зрозуміло, як здійснюється фарбування вершин графової моделі, і де формально відображається поточний колір вершини (стор. 59).

4. В дисертації не наведено обґрунтування доцільності пошуку циклів на графовій моделі саме методом Косарайю.

5. Приклад, що наведено на стор. 60, не стосується предметної галузі «Розробка програмного забезпечення інформаційних систем».

6. З тексту на стор. 47 не зрозуміло, про який саме різновид тестування програмного забезпечення йдеться мова.

7. У дисертації не наведено достатньо прикладів, що дозволяють краще зрозуміти застосування на практиці основних теоретичних положень.

8. В тексті дисертації та автореферату мають місце похибки стилістичного характеру.

Вказані недоліки та зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи як з точки зору наукової новизни та практичної цінності отриманих результатів

### **Загальна оцінка дисертації та висновки**

Враховуючи якість одержаних наукових результатів, їх значення в теорії та практиці, вважаю, що дисертаційна робота Солодовнікова А. С. є завершеною науковою працею в якій вирішено актуальну науково-практичну задачу – розробці моделі, методів та інформаційної технології структурного синтезу програмної архітектури інформаційної системи в умовах вимог кінцевого користувача, що змінюються. Щодо відповідності дисертації паспорту спеціальності: дисертаційна робота відповідає пункту 3 «Розроблення моделей і методів автоматизації виконання функцій і завдань виробничого й організаційного управління у звичайних і багаторівневих структурах на основі створення і використання нових інформаційних технологій», а також пункту 6 «Розроблення теоретичних і прикладних основ побудови інформаційних технологій для автоматизації функціональних завдань керування, аналізу й оцінювання ефективності автоматизованих систем переробки інформації й управління» паспорту наукової спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

За обсягом досліджень, науковим рівнем і практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота повністю відповідає вимогам пп.. 9, 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого

постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567 щодо кандидатських дисертацій. Здобувач Солодовніков Андрій Сергійович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент:

професор кафедри інженерії програмного забезпечення Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківській авіаційний інститут»,  
доктор технічних наук, професор

  
І.В. Шостак

Підпис Шостака І.В. засвідчую:

*Виконувач секретар Університету  
Даринська, Н. Н. Даринська*



*Ю. А. Мунчава*