

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Зилевіча Максима Олеговича

на тему «Композиційні моделі телекомунікаційних систем в суб'єкто-  
об'єктному середовищі програмування»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань Електроніка та телекомунікації  
за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

### **Актуальність теми дисертації.**

На сучасному етапі у зв'язку зі зростаючою складністю програмного забезпечення та підвищенням вимог до нього виникають нові виклики до розвитку методів проєктування і власне написання програмних продуктів. Сьогодні існує велика кількість підходів, пов'язаних з моделюванням власне предметної області (характерних як для класичного Domain-Driven Design, так і для побудови систем знань, зокрема на основі фреймово-семантичних моделей), описом прикладної логіки проєкт та інших його аспектів. Розвиваються підходи, спрямовані на автоматизацію проєктування і програмування – зокрема, у нас досить відомі напрацювання школи Лавріщевої, концепція породжуючого програмування Чернецкі та т.п. Але при цьому очевидним є домінування евристичності над строгою теорією. Особливо це помітно на фоні утвердження agile-методик розробки програмних продуктів. З одного боку, це є неминучим, а з іншого – за гнучкість доводиться розплачуватися так само неминучим зниженням надійності продукту та керованості процесу. При цьому часто спостерігається щось на зразок стихійного розвитку, характерного для природних явищ, коли нові технології в ІТ створюються на власній основі, і їх створення, на перший погляд, вже не вимагає серйозного теоретичного підґрунтя. Очевидно, що цей погляд є дуже обмеженим, якщо взагалі не помилковим, і поглиблений теоретичний аналіз міг би виявити та науково охарактеризувати вади та ризики, пов'язані з домінуванням евристик та простих рішень. На жаль, таким теоретичним аналізом мало хто хоче займатися, особливо в Україні – тим більше, що потенціал стихійного розвитку ще далеко не вичерпаний, і від доброго життя добро не шукають. Очевидно, такий теоретичний аналіз має залучати дуже ґрунтовні та досить формалізовані загальні концепції, в ідеалі незалежні від не тільки мов та середовищ програмування, а навіть від моделей подання даних і знань і, можливо, від семантики керуючих структур. Але це дуже складна задача, і сьогодні не існує таких загальних універсальних моделей. Імовірно,

вони й не можуть існувати, але можна говорити про деяке наближення до цієї мети – принаймні щоб була якась основа, яка дозволяла б обґрунтовано порівнювати один підхід з іншим.

Існує категорія критично важливих застосунків, які висувають особливо високі вимоги до якості та надійності. Часто при розробці таких застосувань навіть варто ставити питання про використання waterfall, а не agile. У цьому контексті часто згадується про задачі верифікації, методи якої в загальних рисах дозволяють на базі певних логічних побудов строго математично довести правильність отриманого програмного продукту. Часто при цьому складність переноситься на попередні етапи. Так, за умови коректного декларативного формалізованого опису можна сподіватися на автоматизовану трансляцію цього опису в коректний програмний код, отримання коректних висновків тощо – але ж потрібно ще гарантувати коректність самого опису.

Слід звернути увагу ще на дві обставини.

По-перше, підтримка процесу програмування найчастіше зводиться до підтримки тільки кодування. Але ж кодування – це тільки один з завершальних етапів програмування в широкому сенсі, коли потрібно пройти шлях спочатку від неясних постановок проблеми та неформалізованих уявлень про предметну область до більш-менш викристалізованого концептуального проєкту, а потім – вже до його програмної імплементації. Методики підтримки такого комплексного процесу знаходяться в слабкорозвиненому стані.

По-друге, реалізація процесу дуже залежать від суб'єкта, який приймає рішення в ході процесу створення проєкту та продукту. Виникає проблема, яка характеризується як проблема інтерсуб'єктності. Можна ставити питання про незалежність процесу від суб'єкта, але навряд чи така незалежність є реально досяжною. Більш реалістично говорити про об'єктивізацію суб'єкта, тобто про розробку поняттєвого апарату та формалізмів, які дозволили б з загальних позицій описати процес прийняття рішень. Але ця задача теж є винятково складною.

Власне робота виконувалася в рамках підходу, що був запропонований і розвивається науковою школою В.Н.Редька і далі І.В.Редька, чії роботи чітко акцентовані на дві останні проблеми – підтримка процесу проєктування (програмування) та забезпечення інтерсуб'єктності. Слід зазначити, що відповідна теорія є далекою від завершення. Її часто критикують, і не завжди безпідставно. Існуючі формулювання є надто абстрактними, і, на думку опонента, баланс між універсальністю та конкретністю часто не є оптимальним. Виникає чимало питань і до термінології в рамках поняттєвого апарату, що вводить.

Зокрема, одне з центральних місць і в теорії, що розвивається, і в дисертації займає концепція сутесутнісного відношення. В загальних рисах це граф, який описує бінарне відношення експлікації та (або) обумовлення (пояснення деякого  $X$  через деякий  $Y$ , представлення  $X$  у вигляді  $Y$ ). Але таке спрощення надто загальне і надто очевидне. Цінність підходу може проявлятися при належній формалізації того, що таке  $X$  і що таке  $Y$  – але на сучасному етапі, на думку опонента, підходи творців теорії до опису можливих формалізацій не є достатніми. З метою розвитку цього напрямку могло б виявитися перспективним творче переосмислення підходів, характерних для проектування даних та знань – але цій можливості не приділяється помітна увага.

Тим не менше, ще раз необхідно підкреслити, що поставлені задачі досить просто формулюються, але їх розв'язання є винятково складним. Імовірно, можна сподіватися на більш-менш задовільне розв'язання в певних обмежених рамках для тих чи інших предметних областей. Саме цим зумовлена актуальність роботи, яка спрямована як на розвиток самого підходу, так і на його застосування в конкретній предметній області (телекомунікації та радіотехніка).

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

Слід зазначити, що формулювання наукової новизни не є ідеальними. Вони розтягнені, деякі з них, на думку опонента, виглядають надто абстрактно і не дуже зрозуміло (див. зауваження). Але в сухому залишку можна говорити про розвиток підходу в напрямку застосування в комунікаційних технологіях та радіотехніці, вибір належних композицій та/або композитів, розробку нових редукційних схем, які можна застосувати в предметній області, та доведення їх властивостей. Результати цього сухого залишку можна вважати достатньо обґрунтованими та перевіреними, оскільки вони ґрунтуються на відповідному математичному апараті, а також підтверджені програмною імплементацією.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Зилевича М. О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Телекомунікації та радіотехніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Інформаційні та комунікаційні технології».

Вибіркова перевірка, проведена засобами, доступними опоненту, не виявила ознак фальсифікації, неналежної компіляції, фабрикації, плагіату та неадекватних текстових запозичень. Можна вважати, що дисертаційна робота Зилевіча Максима Олеговича є результатом самостійних досліджень здобувача. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело, хоч і з зауваженнями (див. перелік зауважень).

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

Дисертаційна робота написана українською мовою. Зміст викладено достатньо послідовно та доступно, хоч і з зауваженнями. Використовується загальноприйнята у галузі термінологія та наукова лексика. Як зазначалося вище, окремі терміни самі по собі викликають сумніви, але вони вже усталені в рамках підходу, що розвивається.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 190 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, висвітлено зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами НДР КПП ім. Ігоря Сікорського. Сформульовано мету та вказані задачі, вирішення яких передбачає досягнення мети дослідження. Визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, надано інформацію про наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Наведено інформацію про висвітлення результатів роботи в періодичних наукових виданнях та їх апробацію на наукових конференціях.

У першому розділі розглянуто загальні питання, пов'язані з концептно-монадною парадигмою в рамках сутесутнісного підходу як основи для досягнення інтерсуб'єктності, а також оракульним та редукційним концептування.

У другому розділі проведено виклад основних концепцій, принципів та понять композиційного програмування.

У третьому розділі розглянуто композитосутності основи СОСрП як запропонованої інтеграційної платформи програмування, які проілюстровані на прикладах. Запропоновано нові редукційні схеми та доведені їх основні властивості. Проведено певні логічні побудови в рамках об'єктивізації суб'єкта. схем як предметно-орієнтованих шаблонів програмування.

У четвертому розділі описано основні методи розробки суб'єкто-об'єктних середовищ програмно-апаратного проектування.. Розроблено дослідну реалізацію СОСрП для мови Verilog, орієнтовану на проектування і створення програмно-апаратного забезпечення. Продемонстровані приклади застосування та проведено аналіз ефективності.

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

### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи**

Наукові результати дисертації висвітлені у 10 наукових публікаціях здобувача, із них 4 статті у наукових фахових виданнях України, з яких 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у Scopus, 6 тез доповідей у збірниках матеріалів науково-технічних конференцій, серед яких 2 матеріали конференцій проіндексованих у Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 6 наукових фахових конференціях.

Високий рівень публікацій, а також участь у вітчизняних та міжнародних наукових конференціях, демонструє фахові вміння та підтверджує достовірність та обґрунтованість отриманих наукових результатів. В наукових публікаціях здобувач дотримувався принципів академічної доброчесності. Для наукових праць, опублікованих у співавторстві чітко вказано особистий внесок здобувача.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

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

1. Формулювання наукової новизни помітно розтягнені. Йдеться про збагачення концептно-монадної парадигми на основі введення таких понять, як телеконцепту, телеконцептограми, монади, оракульної телекомунікації, телекомпозиції, телекомполіти. Але більшість цих понять в тексті дисертації явно не фігурують. Незрозуміло, чому положення про те, що підхід забезпечує можливість реально, а не лише номінально підтримувати причинно-наслідкові зв'язки при вирішенні задач, а також способи, методи та засоби їх специфікації, включено саме до новизни. Це положення може фігурувати в тексті як деяка декларація, але з тексту незрозуміло, що це означає, і як це можна перевірити. Помітний деякий перетин між окремими пунктами, зокрема п. 1 та п. 4.
2. Викладення матеріалу могло б бути кращим. Автор часто оперує поняттями, яким не дається достатнього пояснення (наприклад, поняття

оракулу, яке займає центральне місце в роботі, або актуалізація оракулів). Підпис до рис. 1.1 (схематичний вигляд оракульного концептування) – наводить на думку, що оракульне концептування – це деякий граф підзадач. Імовірно, це все ж таки не так. Далі: «розбиття певної задачі на елементарні є оракульним концептуванням». Таке формулювання значною мірою нівелює саму ідею: навіщо вводити такий термін для загальноприйнятого підходу, який полягає в розбитті задачі на підзадачі? Очевидно, в дисертації має місце змішування результату з процесом, спрямованим на отримання коректного результату. Мали б бути інші формулювання та пояснення. Текст на с. 53 взагалі наводить на думку, що оракул – це і є підзадача, яка названа іншим словом. Імовірно, це не так, але ж з тексту взагалі не ясно, що таке оракул. З іншого боку, вводяться терміни (акт, акція, поліаспект і т.п.), які не використовуються, а саме ці поняття викликають в науковій спільноті серйозні суперечки. На с. 31 йдеться про те, що «програмування це діяльність, що обумовлена програмою». Пояснення недостатнє, як для такого твердження, яке саме по собі є епатажним і поза належним контекстом може навести непідготовленого читача на зовсім неправильні інтерпретації. Там же йдеться про те, що «Такий підхід дає змогу визначити основи технологізації», але з тексту не дуже зрозуміло, який саме підхід. Недостатньо охарактеризований загальний науковий фон (методи програмної інженерії, моделі даних та знань тощо. Доцільно було б навести більше прикладів, що ілюструють композиційний підхід, з телекомунікаційної сфери.

3. Варто було б збільшити кількість посилань – зокрема, там, де йдеться про перехід до інтерсуб'єктивної парадигми, про визначення концепта та монади, класичні композиції, запропоновані ще В.Н.Редьком, властивості програм і т.п.

4. Деякі положення виглядають не дуже переконливо з точки зору розвитку концепції інтерсуб'єктності та її зв'язку з оракульним концептуванням. Наприклад, на с. 54: «Для мінімізації впливу індивідуальних особливостей конкретного програміста на написання такого коду, останній має бути максимально уніфікований таким чином, що програмісту необхідно обрати лише модуль, який він хоче реалізувати». В загальному випадку це неможливо. Це можливо лише в певних жорстких рамках того чи іншого фреймворку. Тоді виникає досить стандартна задача автоматизації створення коду. До чого в цьому прикладі оракульне концептування, незрозуміло.

5. Рівень автоматизації, досягнений в практичних застосунках, слабший за той, про який ішлося в описі проблем. Судячи з опису, були явно описані певні композиції як дані та розроблено парсер, який перетворює їх на код. На думку опонента, це скоріше ілюструє принципову можливість ручного застосування

композицій (хоч і з доведеними бажаними властивостями) в даній предметній області, ніж реальну, а не номінальну підтримку процесу проектування (і відповідно до авторського та не тільки авторського погляду програмування в широкому сенсі). Хотілось би сподіватися, що в подальшому на цій основі буде досягнений більш високий рівень інтерсуб'єктивності.

6. Помітні певні концептуальні неточності, стилістичні похибки та орфографічні помилки. Серед найбільш помітних: С.19 «Причому головним якісним показником продуктивності програми, (тобто коректності виконання описаного алгоритму), вважається змістовна діяльність програміста по створенню програми». Це ніяк не якісний показник. Що таке замкненість парадигми в актуальності функцій (в розділі про функціональне програмування)? Це варто було б принаймні пояснити. С.21: «Нормативна база програмування є досить вивчена і складає основу індивідуально-суб'єктивного його розуміння. Прикладами є об'ємні парадигми програмування: функціональна – орієнтована на об'єм функції [4, 5], об'єктно-орієнтована – на об'єм об'єкта [6], модульна – на об'єм модуля [7, 8] тощо». Що таке нормативна база програмування? Чому парадигми названі об'ємними? «В програмуванні концептування визначається як послідовність дій суб'єкта програмотворення, спрямована на вирішення певного завдання». Мабуть, правильніше було б написати не що в програмуванні визначається, а те, що в рамках підходу, що розвивається, процес програмування розглядається в термінах концептування. Чому go to структура названа усюди невизначеною? (с.71). Чому конкретний фрагмент коду названо семантичною структурою? (с.75). На с.91: «Таку пару (FB, K) називатимемо програмною логікою». Чим це відрізняється від програмної алгебри? Термін патерни програмування (с.104) дещо дезорієнтує. Загальноприйнятим є поняття патерну проектування, але це зовсім інше. На с. 118 вводиться поняття типу. Але ж цей термін у програмуванні має стандартне значення.

### **Висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку роботи. Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Зилевича Максима Олеговича на тему «Композиційні моделі телекомунікаційних систем в суб'єкто-об'єктному середовищі програмування» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань Електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота

за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в 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.

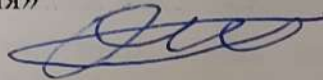
Здобувач Зилевіч Максим Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

**Офіційний опонент:**

Доцент кафедри мультимедійних систем  
факультету інформатики

Національного Університету  
«Києво-Могилянська Академія»

к. т. н, доцент



Олексій ОЛЕЦЬКИЙ



«29» січня 2024 року