

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Захарченка Тараса Леонідовича
“Композитосутнісні моделі адаптивних процесональних середовищ”
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.13.06 – Інформаційні технології

Актуальність теми дисертації.

На сучасному етапі очевидно є доцільність подальшого розвитку методик автоматизованого програмування та проектування. Цей напрямок є цікавим сам по собі, але для нього характерний значний рівень евристичності та створення відповідних методів та засобів “ad hoc”, під конкретну задачу. Водночас постає питання про побудову більш загальних та універсальних методик на основі загальних концепцій та теоретичних підходів.

Сьогодні розвивається ряд таких підходів, зокрема в рамках школи Лавріщевої, методик породжуючого програмування Чернецкі та ін. Сюди ж деякою мірою можна віднести і підходи Шлеєр-Меллор, Буча, хоч вони є більш специфічними та орієнтовані на певну парадигму програмування. У цьому контексті можна говорити про прагнення до незалежності моделей даних та знань від форм їх представлення, засобів обробки, мов програмування тощо, а також до реальної інтерсуб’єктності, тобто незалежності процесу проектування та програмування від суб’єкта. Необхідно відмітити, що хоч загальні ідеї, які можуть лежати в основі такої незалежності, є відомими та інтуїтивно зрозумілими, але спроби їх задовільної формалізації стикаються з дуже серйозними проблемами, і загальноприйнятого задовільного вирішення цих проблем на сьогоднішній день не існує. Достатньо сказати, що навіть для такого фундаментального та загальноживаного поняття, як клас в об’єктно-орієнтованому програмування, немає задовільних та загальноприйнятих математичних формалізацій – а подальші теоретичні побудови мали б, очевидно, суттєво спиратися на ці формалізації. Немає також загальних формалізацій моделей знань як таких – всі існуючі моделі передбачають певну форму їх представлення.

В цій частині свого дослідження (застосування деяких узагальнюючих підходів) автор спирається на композиційний підхід, що був запропонований В.Н.Редьком; основи цього підходу викладені в оглядовій частині дисертації. Основна ідея підходу, на погляд опонента, може бути сформульована наступним чином: до розгляду залучається деякий граф, вершини якого відповідають сутностям предметної області, а також можливим формам опису цих сутностей на концептуальному рівні, на рівні даних та власне в програмній реалізації. Зв’язки між сутностями (і, відповідно, між вершинами графа) можуть бути найрізноманітнішими – наприклад, можливі переходи між формами опису однієї й тієї самої сутності, утворення складної сутності на основі більш простих і т.п. Автори підходу усвідомлюють всю складність та різноманітність можливих моделей опису сутностей та зв’язків між ними і не претендують на якесь постулювання переліку цих моделей. Натомість вони

розвивають деякий концептуальний фреймворк, який мав би відкритий характер і в рамках якого розробник міг би сам задавати специфічні моделі, а також вибирати з існуючого набору ті, які підходять для розробки проекту. Одним з таких загальних відношень, яке вводиться авторами підходу, є відношення експлікації (обумовлення). Воно займає одне з центральних місць в теорії. Цілком слушно, що досліджуються ключові риси цього відношення, а інформаційно-технологічна діяльність в цілому пов'язується з його рефлексивно-транзитивним замиканням.

Таким чином, при достатньо повній реалізації цього підходу можна було б говорити не тільки про проект як результат роботи, але й про підтримку самого процесу проектування, і цей фактор є одним з найбільш ключових чинників, що зумовлюють актуальність роботи. Зокрема, підтримка процесу могла б бути реалізована на основі певної спільної моделі подання артефактів, а зміна в проекті могла б бути реалізована на основі повернення до відповідного вузла графа та вибору іншого шляху на ньому. Аналогічним чином можна було б говорити про реальну інтерсуб'єктність. Далі, на цій основі можна говорити про створення деякого інструментального програмного середовища, спрямованого на підтримку процесу та його причинно-наслідкового зв'язку з результатом процесу. Саме про принципи побудови такого середовища, яке названо адаптивно-процесональним, і йдеться в роботі.

Слід ще раз відмітити, що така постановка задачі об'єктивно є дуже складною. Ця складність призвела до того, що теорія, про яку йдеться, не є завершеною. Її часто критикують, і не завжди безпідставно. На нинішньому етапі розвитку не всі концепції виглядають достатньо переконливими. Є певні зауваження як до переліку понять, які вводяться в рамках фреймворку, так і до їх назв. Зокрема, спостерігається деяка суперечливість. З одного боку, методика нібито має бути максимально універсальною. З іншого – вводяться певні типи експлікацій (монадна, поліадна і т.п.). Це неминуче, але варто відповісти на запитання: чи є оптимальним цей баланс між універсальністю та конкретністю? Крім того, є відомі спроби дати типізацію можливих зв'язків – узагальнення, агрегація і т.п., і незрозуміло, чи робиться спроба якось врахувати ці напрацювання.

Крім того, існуючі формулювання в рамках підходу є досить абстрактними. У зв'язку з цим вдале практичне застосування принаймні деяких елементів описаного концептуального фреймворку могло б показати шлях до його реальної імплементації. З іншого боку, є всі підстави вважати, що така реалізація дала б імпульс для розвитку самого підходу, уточненню або, можливо, навіть перегляду певних його положень.

Отже, актуальність теми дисертаційного дослідження зумовлена перш за все наступними чинниками:

- необхідність подальшого розвитку засобів автоматизованого програмування та проектування;
- необхідність більш глибокого дослідження можливості побудови методик автоматизованого програмування та проектування на основі деякого загального теоретичного підґрунтя.

Огляд змісту та основних результатів роботи.

У вступі до роботи обґрунтовано актуальність теми дисертації, наведено стислий огляд наукових результатів у відповідній галузі, сформульовано мету та задачі дослідження, його наукову новизну та практичну цінність.

Перший розділ дисертаційної роботи по суті є аналізом state-of-the-art та присвячений огляду традиційних підходів до програмування та проектування. Зокрема, особливий акцент робиться на тріаду “прагматика-семантика-синтаксис”; підкреслюється необхідність примату прагматики над іншими компонентами, і відповідно – розробки нових більш гнучких прагматично-орієнтованих підходів, зокрема на основі дескриптологічного аналізу. Робиться спроба порівняльного критичного аналізу різних парадигм програмування, їх сильних та слабких сторін (хоча до цього аналізу є деякі зауваження, які будуть викладені далі).

У **другому розділі** міститься огляд основних результатів дескриптологічного підходу до процесів програмування та проектування. Розглядається ряд понять, які постулюють відношення описаного вище графа. Особливий акцент робиться на композитосутнісних відношеннях, які розглядаються через призму застосування в інформаційно-технологічній діяльності. Зокрема, стверджується, що інформаційно-технологічна діяльність в своїй основі може бути описана на основі базового композитосутнісного відношення. Досліджується питання про послідовні наближення до пошуку рефлексивно-транзитивного замикання та про нерухому точку послідовності операцій наближення, при цьому використовуються результати Тарського, а також Д.Б.Буя та В.Н.Редька, отримані в контексті розв'язання аналогічних програмологічних проблем. Далі на цій основі будується модель адаптивного середовища – виділяються його основні компоненти та взаємозв'язки між ними. Вводяться деякі нові відношення та сутності – зокрема, поняття типізатора, типу та ін.

Далі розглядається питання про вибір конкретних композицій. В ідеалі середовище не повинно обмежувати розробника у виборі композицій та заданні власних композицій. Але автор спочатку зосереджується на відомих композиціях, центральне місце серед яких займають композиції аплікації та суперпозиції; даються відповідні математичні визначення.

Наводиться схема адаптації середовища; в цьому контексті розглядаються три основні категорії: базові функції, композиції, на основі яких утворюються нові функції, метакомпозиції для побудови нових композицій. В цілому такий підхід є досить стандартним, але тут він застосовується до побудови основи середовища, що є цілком слушним.

Розглядається задача реконфігурації (перебудови структури) мікропроцесорів на кристалах; обговорюється можливість застосування до цієї задачі певних систем композицій та метакомпозицій.

Далі наводиться розгляд основних типів композицій. При цьому (що досить характерно для композиційного підходу в рамках школи) суттєво використовується апарат теорії іменних множин.

Третій розділ присвячено розгляду алгебраїчних методів дослідження проектів. Зокрема, детально розглядаються примітивні програмні алгебри; встановлюються деякі їх властивості. Стверджується, що подібний підхід може бути застосований і до більш складних породжуючих алгебр. Досліджено застосування примітивних програмних алгебр над записами, які математично визначаються як відображеннями між множинами імен та множинами значень.

Далі на цій основі здійснюється семантичний аналіз мови Verilog; наводяться композиції, які описують відповідні програмні структури.

В **четвертому розділі** роботи описується розроблене автором середовище, в тому числі мови опису композицій: текстова на основі форм Бекуса-Наура та графічна. Наводяться приклади, які ілюструють автоматичну генерацію програм на основі цих мов.

Описується дві версії середовища: одна на основі жорсткої прив'язки до певного набору базових елементів (суперпозиція, мінімізація та примітивна рекурсія), інша – більш гнучка, без такої прив'язки.

Описуються також можливості інтеграції композиційного апаратного забезпечення з обчислювальними системами. Наводиться аналіз ефективності, пов'язаної з застосуванням середовища; для цього використана модель СОСОМО з заданими значеннями параметрів.

Наукова новизна результатів дисертації. Серед основних результатів дисертаційної роботи Захарченка Тараса Леонідовича слід виділити наступні.

- розроблено понятійний апарат для опису адаптивних процесональних середовищ на основі композитосутнісного підходу, в рамках відповідних математичних постановок доведена теорема про нерухому точку певного класу функцій, що має значення для подальших побудов;

- запропоновано прагматико-обумовлену типізацію композицій;
- набули розвитку методи аналізу обчислювальних функцій, зокрема, встановлена властивість повноти певних важливих класів частково-рекурсивних функцій та предикатів в рамках примітивних програмних алгебр;
- проведено семантико-синтаксичний аналіз HDL-мов, результати якого були застосовані у розробленому середовищі; втім, на думку опонента, останній результат краще було б віднести до практичної цінності роботи.

Практичне значення роботи полягає в розробці адаптивного інструментального середовища, в якому імплементовані певні елементи експлікативного дескриптологічного підходу (зокрема, композиційне наповнення), в розробці засобів опису специфікації композицій, а також в створенні засобів автоматизованої генерації та реконфігурації програмного коду.

Всі одержані автором результати, які виносяться на захист, є новими. Результати дисертаційного дослідження використовувались у навчальному процесі НТУУ КП, при виконанні науково-дослідницьких робіт, а також впроваджені в ТОВ «Відео Інтернет Технології» (Київ), про що свідчать відповідні акти. Крім того, є патент на винахід.

Ступінь обґрунтованості та достовірність результатів. Висновок про коректність отриманих результатів можна зробити на основі належного використання математичного апарату, ґрунтовної бази результатів наукової школи, узгодженості з відомими раніше фактами та на їх відповідності практичним результатам, отриманим при впровадженні. Більш того, результати роботи можуть мати суттєве значення для розвитку самого підходу відповідної школи.

Повнота викладу в опублікованих працях та апробація. Основні результати опубліковані в 10 наукових роботах, зокрема в працях конференцій. Крім того, опублікована 1 монографія (в співавторстві). За результатами роботи зроблені доповіді на багатьох конференціях і семінарах. Автореферат дисертації повно та адекватно відображає зміст роботи.

Дисертація є завершеною роботою, а її зміст повністю відповідає спеціальності 05.13.06 – Інформаційні технології. Оформлення роботи відповідає стандартним вимогам. Зміст автореферату адекватно відображає основні положення дисертації. Висновки по дисертації повністю відповідають її змісту. Список літератури, на яку посилається автор, достатньо повний і добре відображає стан проблеми.

Зауваження. До дисертації та автореферату є наступні зауваження.

1. Перша частина (огляд), на думку опонента, є, з одного боку, надто розтягнутою, а з іншого – основні ідеї підходу викладені недостатньо чітко. Є ряд не дуже переконливих формулювань, зміст яких в тексті недостатньо роз'яснений – зокрема, актоїду, поліакту, операкру і т.п., які, з одного боку, самі по собі викликають питання, а з іншого, незрозуміло, яким чином вони використовуються в подальшому дослідженні. Деякі положення є досить дискусійними – наприклад, про те, що *“структури ІТ-рішень обумовлені їх генетичними структурами. Змістовна суть цього принципу полягає у тому, що властивості ІТ-рішення як структурної сутності обумовлюються його генезисом”*. Безумовно, автор має право на висловлення своєї точки зору – але подібні твердження мають бути принаймні детально роз'яснені та обґрунтовані в тексті дисертації. Можна здогадуватися, про що йде мова, але інтерпретації такого твердження потенційно можуть бути дуже різними. Поняття типу уже утвердилося в програмуванні як загальноприйняте – з тексту дисертації не зрозуміло, як поняття типу, яке вводиться в роботі співвідноситься з цим загальноприйнятим розумінням?

2. Опис концептуальної основи “движка” середовища на основі композицій та метакомпозицій можна було б зробити більш формалізованим – як опис деяких математичних перетворень над елементами певних множин.

3. В реалізації середовища проблема інтерсуб’єктності не знайшла повного вирішення (хоча певні кроки до її вирішення були зроблені, принаймні в теоретичному плані). Можна сподіватися, що це може стати предметом подальшого дослідження.

4. В роботі не видно суттєвого відходу від традиційного застосування композицій над множинами програмних операцій. Водночас доцільно було б розглядати композиції над даними та артефактами програмного проекту – цей напрямок, як зазначалося раніше, на сучасному етапі досліджень явно недостатньо. Ця проблема в роботі обговорюється, намічені деякі можливості щодо використання композиційного підходу для реальної підтримки генерації структур даних, які могли б бути безпроблемно застосовані в програмних композиціях. Йдеться, зокрема, про застосування неklasичних композицій, які описуються в роботі; розгляд трьох рівнів даних: абстрактного, іменного та метаіменного. Але проблема залишається далекою від повного вирішення.

5. Є зауваження до структури роботи. На думку опонента, певну частину другого розділу, в якій описується бекграунд, тобто наробки І.В.Редька та В.Н.Редька в напрямку композиційного та експлікативного програмування, на які спирається автор, був би сенс перенести в перший розділ, який традиційно розглядається як огляд state-of-the-art. Не зрозуміло, чому в розділі про композиції несподівано з’являється досить технічний опис електронних систем (подібних до мікропроцесорів) та згадується про Verilog. Частково це можна пояснити появою задачі реконфігурації таких систем, але все одно ці описи краще було б більш чітко рознести по різних розділам.

6. Стиль викладення, на думку опонента, є надто вільним для дисертації, особливо в першій частині. Часто вводяться терміни, концепції і т.д. без зрозумілого пояснення, що саме вони означають – наприклад, про замкненість в своїй актуальності та про необхідність переходу до відкрито-замкненої парадигми (с.6-7). Окремі формулювання викликають подив, наприклад, про те, що *“безпрецедентно широке поширення комп’ютерної справи в усіх областях дійсності не могло не прийти в суперечність із реаліями розвитку всіх сфер людської діяльності”* тощо. В дисертації робиться спроба аналізу існуючих парадигм програмування, але висновок, наприклад, *“Функціональна платформа замкнута в актуальності функцій”* сформульований таким чином, що не видно його прямого зв’язку з попереднім текстом (хоча само по собі твердження про те, що функціональна парадигма програмування, як і інші описані в дисертації, є обмеженою та недостатньо підтримує процеси синтезу ПЗ, особливих заперечень не викликає). Далі – *“Вказана замкнутість є лише достатньою, але не необхідною умовою”*. Необхідною і достатньою умовою чого саме – з тексту не дуже зрозуміло, хоча можна здогадатися, що мова йде про невідкритість платформи. Перелік подібних проблемних місць можна продовжити. Незрозуміло, чому структурне програмування виноситься на один рівень з функціональним та об’єктно-орієнтованим – це суперечить більшості

прийнятих поглядів та мало б бути спеціально роз'яснено. При формулюванні тези композитосутності (ІТД є рефлексивно-транзитивним замиканням КСВ), яка, очевидно, є однією з найбільш ключових для роботи, є деяка плутанина, оскільки ІТД є процесом, а під рефлексивно-транзитивним замиканням, як правило, розуміється деякий статичний результат. Далі, не дуже зрозуміло розрізнення композитосутнісної парадигми та тези композитосутності (і там, і там описується суть інформаційно-технологічної діяльності, і ці визначення мали б розглядатися в спільному контексті як взаємодоповнюючі). Термін «генетичні структури», який вживається у зв'язку з розробкою програмного проекту, видається не дуже вдалим, оскільки він асоціативно пов'язується з дещо іншим напрямком. Текст про постановку проблеми побудови відкритої та закритої частин процесонального середовища розписаний, на думку опонента, недостатньо переконливо. В різних місцях є повтори думок, які за своєю суттю досить схожі. Також наявні граматичні помилки.

Однак наведені зауваження суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційного дослідження.

Висновки. Дисертаційна робота Захарченка Тараса Леонідовича “Композитосутнісні моделі адаптивних процесональних середовищ” є закінченою науково-дослідною роботою, що відповідає всім вимогам п.11, п.13, п.14 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженому постановою КМУ №567 від 24.07.2013 зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМ №656 від 19.08.2015 та №1159 від 30.12.2015, які висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор Захарченко Тарас Леонідович - заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – «Інформаційні технології» за одержання нових результатів, спрямованих на розробку підходів до побудови адаптивних середовищ на основі композитосутнісного відношення, а в більш широкому контексті – на побудову гнучких адаптивних технологій підтримки процесу програмування та проектування.

Офіційний опонент,
доцент кафедри мультимедійних систем
факультету інформатики Національного
університету «Києво-Могилянська академія»,
кандидат технічних наук



Олецький О.В.

