

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора фізико-математичних наук, професора,
завідувача кафедри комп'ютерних наук та програмної інженерії
факультету комп'ютерних наук, фізики та математики
Херсонського державного університету
Песчаненка Володимира Сергійовича
на дисертаційну роботу **Іванова Євгена В'ячеславовича**
на тему «**Узагальнена теорія абстрактних переписувальних систем**»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.05.01 – теоретичні основи інформатики та кібернетики

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Докторська дисертація Іванова Є.В. присвячена узагальненню та розширенню результатів класичної теорії абстрактних переписувальних систем (АПС) на випадки, що становлять інтерес з точки зору аналізу недискретних математичних моделей систем і процесів. Зокрема, у роботі пропонуються методи доведення конфлюентності АПС та універсальних властивостей елементів АПС, що не задовольняють припущенням про зліченність та термінальність, характерним для дискретних математичних моделей.

До цього часу було відомо відносно мало результатів такого типу, однак результати досліджень у зазначеному напрямку є важливими для теоретичних основ інформатики та кібернетики та мають потенціал для застосувань у міждисциплінарних галузях, пов'язаних з інформатикою, таких як логічний аналіз моделей кіберфізичних систем.

Тому тема дисертації є актуальною.

Огляд змісту та результатів дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота викладена на 308 сторінках. Вона складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та 3 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено мету, завдання, методи дослідження, зазначено наукову новизну та значення

одержаних результатів, особистий внесок здобувача, зазначено дані про апробацію матеріалів дисертації та наукові публікації.

У першому розділі доведено повноту методу спадних діаграм ван Оострома-де Брейна для доведення конфлюентності абстрактних переписувальних систем мінімальної незліченної потужності, розв'язки проблем неповноти методу спадних діаграм з двома мітками та відсутності колапсу на рівні 2 ієрархії АПС, що мають спадну властивість Черча-Россера, доведено теорему про зв'язний кофінальний підграф, що пояснює зв'язок властивості кофінальності АПС з рівнем 2 в ієрархії систем, що мають спадну властивість Черча-Россера. Дані результати було формалізовано та перевірено за допомогою системи інтерактивного доведення теорем Isabelle.

У другому розділі отримано узагальнення леми Ньюмана для ациклічних строго індуктивних систем зі зліченною множиною нормальних форм (що встановлює еквівалентність умов локальної конфлюентності та конфлюентності для таких систем), отримано посилення контрприкладу Ньюмана (що є ациклічною, строго індуктивною, локально конфлюентною АПС, яка не є конфлюентною), отримано узагальнення леми Ньюмана для строго індуктивних переписувальних систем. Основні результати розділу також було формалізовано та перевірено в Isabelle.

У третьому розділі доведено зворотний принцип відкритої індукції, що доповнює принцип відкритої індукції Рауля, а також отримані принципи індукції для доведення універсальних властивостей елементів широких класів частково впорядкованих множин та АПС. Зокрема, отримано спільне узагальнення принципів фундової та дійсної індукції, що було формалізовано в Isabelle.

У четвертому розділі досліджено абстрактні динамічні системи, що доповнюють абстрактні та розмічені переписувальні системи, зокрема запропоновано розв'язну формальну теорію, що може бути використана для формулювання та перевірки властивостей недетермінованих повних марківських систем, введених у кандидатській дисертації автора на основі

систем розв'язків О. Гаєка, та отримано ряд нових результатів про властивості таких систем.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи.

Автором дисертаційної роботи вперше

- доведено повноту методу спадних діаграм ван Оострома-де Брейна для доведення конфлюентності абстрактних переписувальних систем мінімальної незліченної потужності, що покращує попередні відомі результати щодо повноти даного методу (за припущення континуум-гіпотези з цього результату також випливає, що метод спадних діаграм є повним для доведення конфлюентності АПС потужності континууму);

- отримано розв'язки відкритих проблем неповноти методу спадних діаграм з двома мітками та відсутності колапсу на рівні 2 ієрархії систем, що мають спадну властивість Черча-Россера, сформульованих J. Endrullis, J.W. Klop, R. Overbeek у 2018 році;

- отримано узагальнення леми Ньюмана для строго індуктивних переписувальних систем;

- отримано спеціальні принципи індукції для доведення властивостей елементів переписувальних систем, що не задовольняють припущенням про термінальність і зліченність.

Також, у дисертаційній роботі дістали подальшого розвитку формальні теорії для аналізу властивостей абстрактних недискретних динамічних моделей.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень і висновків дисертаційної роботи.

Основні результати дисертаційної роботи мають високий рівень обґрунтованості і достовірності завдяки використанню автором методів формалізації та перевірки доведень математичних тверджень за допомогою систем інтерактивного доведення теорем.

Теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота має суттєве теоретичне значення для теорії переписувальних систем та теоретичних основ інформатики та кібернетики.

Відповідність дисертаційної роботи спеціальності.

Дисертаційна робота Іванова Євгена В'ячеславовича «Узагальнена теорія абстрактних переписувальних систем» за змістом відповідає спеціальності 01.05.01 – теоретичні основи інформатики та кібернетики.

Повнота викладення основних результатів в наукових публікаціях.

Основні результати дисертації відображено у 21 науковій праці у закордонних виданнях, проіндексованих у наукометричних базах Scopus або Web of Science. Апробацію матеріалів дисертації засвідчують 10 праць, додатково відображає наукові результати дисертації 1 стаття.

Основні результати дисертації доповідались на ряді міжнародних наукових конференцій в Україні та за кордоном.

Викладення основних результатів дисертації у наукових публікаціях здобувача є достатньо повним.

Дотримання академічної доброчесності.

Дисертаційна робота написана з дотриманням принципів академічної доброчесності і не має ознак плагіату, фабрикації або фальсифікації.

Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертація виконана фаховою українською мовою, текст відповідає стилю науково-дослідної літератури.

Зауваження до дисертаційної роботи.

1) У дисертації основні результати сформульовані у контексті і термінах теорії множин, однак формалізації цих результатів виконані в Isabelle/HOL. Було б краще, коли б між неформалізованими і формалізованими версіями основних результатів була більш пряма відповідність і вони розглядались би в рамках однієї базової теорії.

2) У розділі 1 вказано, що за припущення континуум-гіпотези, теоретично, метод спадних діаграм з трьома мітками є достатнім для доведення конфлюентності довільних АПС на дійсних числах і на пов'язаних структурах. Однак, у дисертації не досліджено, наскільки цей метод є, або може бути практично корисним для доведення конфлюентності таких АПС.

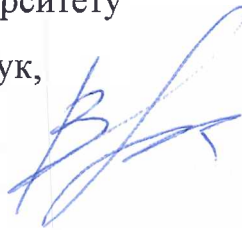
3) Бажано було б продемонструвати принципи індукції, досліджені у розділі 3 на конкретних прикладах.

Висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційна робота Іванова Євгена В'ячеславовича «Узагальнена теорія абстрактних переписувальних систем» за актуальністю, науковою новизною, теоретичною і практичною цінністю отриманих результатів, публікаціями, дотриманням принципів академічної доброчесності відповідає вимогам п. 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2021 року №1197, які висуваються до докторських дисертацій. Вважаю, що автор дисертації заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.05.01 – теоретичні основи інформатики та кібернетики.

Офіційний опонент

завідувач кафедри комп'ютерних наук та програмної інженерії
факультету комп'ютерних наук, фізики та математики
Херсонського державного університету
доктор фізико-математичних наук,
професор



Володимир ПЕСЧАНЕНКО

