

## **ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

доктора технічних наук, професора кафедри комп'ютерних систем та мереж  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

**Лупенка Сергія Анатолійовича**

на дисертацію **Ленька Василя Степановича**

**«Методи та засоби управління персональними знаннями  
в інтелектуальних системах»**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 124 «Системний аналіз»

### **Актуальність теми дисертації та зв'язок з науковими планами і програмами**

Зростання кількості та структурної складності інформаційних потоків вимагає сучасних методів та засобів для накопичення, системного аналізу та використання релевантної потребам інтелектуального агента інформації (знання). Оскільки істинність знання значною мірою залежить від контексту його існування, то явне подання контексту разом з обґрунтованими методами встановлення узгодженості знання формують надійну основу для ефективного аналізу інформаційних потоків. Кожному суб'єкту властивий унікальний контекст, в рамках якого існують породжувані ним інтерпретації отримуваної інформації. Однак, не зважаючи на відмінності між контекстуальними полями різних суб'єктів, значна кількість таких контекстуальних полів має відчутну спільність, без якої не міг би існувати нормальний процес комунікації. Викликом сьогодення є встановлення істинності отриманої інформації на предмет її узгодженості із контекстуальними знаннями суб'єкта сприйняття.

Найпоширенішим засобом явного подання знання є природня мова, яка в усній чи писемній формі використовується людиною для опису, обміну та аналізу потоків інформації. Однак, основною проблемою природньої мови є неоднозначність інтерпретації її виразів, яка спричинена відсутністю явного подання контексту, в рамках якого існує інформація. Науковий підхід до явного кодування знання та його контекстів пропонує чотири найпоширеніші види моделей подання знання, а саме семантичні мережі, фрейми, продукційні правила та логічні моделі.

Розробка методології обґрунтованого вибору логічних формалізмів та методів їх застосування для подання знань різних цільових предметних областей, а також для організації ефективних процедур доведення (міркування, умовиведення), що базуються на цих знаннях є важливим науковим завданням, вирішення якого

створює підґрунтя для якісно нового рівня узгодження та аналізу інформації в інтелектуалізованих інформаційних системах, що базуються на знаннях, особливо із урахуванням контекстуальної специфіки кінцевого користувача. Таким чином, дослідження методів та засобів управління персональними знаннями в інтелектуальних системах, які здійснені в межах дисертаційної роботи Ленька В.С. є **актуальними** в теоретичному та прикладному аспектах.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджується також її виконанням в межах держбюджетних науково-дослідних робіт, що узгоджуються з науковим напрямком кафедри інформаційних систем та мереж «Дослідження, розроблення і впровадження інтелектуальних розподілених інформаційних технологій та систем на основі ресурсів баз даних, сховищ даних, просторів даних та знань з метою прискорення процесів формування сучасного інформаційного суспільства»:

- «Методи та засоби функціонування систем підтримки прийняття рішень на основі онтологій» (номер державної реєстрації 0118U000269; терміни виконання роботи: 01.2018-12.2019 рр.);
- «Система підтримки прийняття рішень розпізнавання мультиспектральних образів на основі технологій машинного навчання та онтологічного підходу» (номер державної реєстрації 0120U102203; терміни виконання роботи: 04.2020-12.2021 рр.),

а також відбором дисертаційних напрацювань для апробації в межах Дев'ятого докторського консорціуму «Informatics Engineering Education Research», що відбувався 5-12 грудня 2018 року на базі Вільнюського університету в місті Друскінінкай, Литовська Республіка.

### **Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Обґрунтованість та достовірність наукових положень забезпечені, шляхом коректного використання сучасного термінологічно-понятійного апарату та законів суміжних наукових теорій, зокрема теорії типів, теорії числення, математичної логіки, епістемології, штучного інтелекту, та використанням наукових методів системного аналізу, синтезу, абстракції, дедукції для обґрунтування висновків та рекомендацій, що сформульовані в дисертації. Наукові положення та результати дисертаційного дослідження узгоджуються з положеннями існуючих наукових теорій, широко опубліковані в міжнародних наукових рецензованих виданнях та фахових виданнях України, а також регулярно обговорювалися на міжнародних науково-практичних конференціях.



Формулювання наукових положень дисертації здійснювалося з врахуванням актуальних наукових результатів та публікацій в авторитетних спеціалізованих міжнародних виданнях. Висновки та рекомендації, що містяться в дисертаційній роботі, отримані шляхом застосування відомих наукових методів до перевірених вихідних положень. Виконання дисертаційного дослідження здійснено згідно із загальноприйнятою методикою наукового дослідження, з врахуванням традицій системного аналізу та логіко-математичних наук. Структура та зміст дисертації побудовані зі збереженням причинно-наслідкових зв'язків між їх елементами, що дозволяє перевірити коректність міркувань.

Сукупність вищеописаних факторів, а саме узгодженість наукових положень з положеннями перевірених суміжних теорій, дотримання методики виконання наукового дослідження, обговорення результатів дисертації на спеціалізованих міжнародних наукових конференціях та семінарах, публікація основних положень і результатів дисертації в рецензованих міжнародних наукових виданнях, дозволяє стверджувати, що наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційного дослідження є **обґрунтованими та достовірними**.

### **Наукова новизна і практичне значення отриманих результатів**

*Наукова новизна* отриманих результатів дисертації полягає в розробці методології обґрунтованого вибору моделей подання знань для концептуалізації різних предметних областей, а також розробці методів і засобів управління базами знань для персонального та колективного використання. А саме, системний аналіз моделей подання знань дав змогу встановити особливості структури та специфіку застосування семантичних мереж, фреймів, продукційних правил та логічних моделей, а порівняльний аналіз виявив їхні суттєві переваги та недоліки, формуючи таким чином нову методологію обґрунтованого вибору моделі подання знання для різних предметних областей.

Дістав подальший розвиток аналіз логічних моделей подання знань, а саме теорій типів та описових логік, що визначило їх структуру, обмеження, задачі та методи міркування, а також сформувало основу для порівняльного аналізу двох видів логічного формалізму. Проведений дисертантом системний аналіз потреб віртуального наукового колективу, які виникають в процесі співпраці над формуванням спільної бази знань, розвинув методи побудови архітектури сучасної розподіленої інформаційної системи, з можливістю надійного встановлення авторства змін до бази знань.

Вперше розроблено автором онтологічно-орієнтований метод подання знання в середовищі інтерактивного асистента доведення теорем Coq, що дало змогу підвищити рівень формалізації онтологій та уможливив застосування автоматичних процедур розмірковування з використанням методів конструктивної логіки. Це також дало змогу обґрунтувати сучасні засоби для подання знань різних предметних областей, зокрема, обґрунтувати інтерактивний асистент доведення теорем Coq та редактор онтологій Protégé як ефективних засобів організації та управління знаннями.

*Практичне значення дисертації* полягає у застосуванні отриманих результатів в межах виробничого процесу ІТ-компаній ТЗОВ «Перфектіал», ТЗОВ «Ботскрю» та ТЗОВ «Сомбра Софтвер», які покращили технології проектного управління, аналізу речень природньої мови і розширили технологічну експертизу зазначених установ. Наукові положення та рекомендації дисертації використано в межах держбюджетних науково-дослідних робіт для проектування онтологій цільових предметних областей. Крім цього, запропоновано та розроблено приклади подання онтологій для сфери управління ІТ-проектами, аналізу системних елементів мас-медіа та структури шляхопроводів.

### **Аналіз змісту дисертації**

Дисертація Ленька В.С. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та двох додатків. Анотація, зміст та перелік умовних позначень передують основному тексту дисертаційної роботи. Структура дисертації є узгодженою та послідовною, наявний причинно-наслідковий зв'язок між її елементами. Дисертація містить 151 сторінку, зокрема 114 сторінок основного тексту.

У **вступі** подається аргументація актуальності теми дисертації, вказано мету та список завдань, встановлено об'єкт, предмет та методи дослідження, визначено зв'язок теми дисертації з науковими програмами, планами та темами кафедри інформаційних систем та мереж, описано наукову новизну отриманих результатів дисертаційного дослідження і їх практичне значення, особистий внесок здобувача, список конференцій, де представлено матеріали дисертації, кількість наукових публікацій за темою дисертаційного дослідження, а також короткий опис обсягу та змісту дисертації.



**Перший розділ** дисертації подає ґрунтовний аналіз моделей подання знання, з посиланнями на авторитетні наукові праці, які описують структуру та властивості семантичних мереж, фреймів, продукційних правил, сценаріїв, онтологій і логіки першого порядку. Методом порівняльного аналізу виявлено переваги та недоліки кожної з моделей подання знання і рекомендовано використання логічних моделей для подання та міркування над знанням різних предметних областей, а також застосування онтологічного-орієнтованого підходу для їх структурування. Основним результатом першого розділу є формування методології застосування моделей подання знання для опису предметних областей.

**Другий розділ** дисертації присвячений системному аналізу теорій типів як формальному інструменту для подання та логічного міркування над знанням. Розглянуто структурні елементи просто типізованого лямбда-числення і множини його розширень згідно з кубом Барендрегта, які в сукупності формують основу для числення індуктивних конструкцій. Розроблено приклади подання прикладних онтологій в інтерактивному асистенті доведення теорем Coq та міркування над знанням шляхом використання наявних тактик. Запропоновано онтологічно-орієнтований метод подання знання в Coq, який сприяє формалізації існуючих та майбутніх онтологій, а також міркування над ними методами неklasичної логіки. Подано приклади міркування над знаннями різних предметних областей, зокрема реченнями природньої мови.

**Третій розділ** дисертації присвячений системному аналізу базової описової логіки ALC, а також порівняльному аналізу описових логік та теорій типів. Розглянуто структурні елементи ALC, означено основні задачі міркування і відповідні сервіси бази знань, а також проаналізовано принципи функціонування табло-алгоритму для різновидів баз знань. Порівняльний аналіз описових логік і теорій типів встановлює критерії для порівняння двох логічних формалізмів та закладає основу для методології їх застосування. Наявність цієї методології сприяє оптимальній концептуалізації предметних областей.

**Четвертий розділ** дисертаційної роботи аналізує потреби віртуального наукового колективу в контексті проектування персональних та колективних баз знань. Запропоновано архітектуру і програмну реалізацію інтелектуальної системи для побудови баз знань, яка характеризується властивостями розподіленості, децентралізованості та надійного підтвердження авторства важливих змін до бази

знань. Функціональні компоненти системи та зв'язки між ними подано у вигляді діаграм.

### **Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих працях**

Основні результати дисертації опубліковано в 22 наукових працях, з яких 1 стаття у науковому періодичному виданні іноземної держави, 1 стаття в фаховому науковому періодичному виданні України, що індексується в наукометричній базі Index Copernicus, 3 статті у наукових фахових виданнях України, 3 матеріалів конференцій у збірниках, що індексуються у наукометричній базі Scopus, а також 14 матеріалів та тез конференцій.

Наукові публікації Ленька В.С. відповідають п.11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», який затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 року №167 (зі змінами від 21 жовтня 2020 року).

### **Дотримання вимог академічної доброчесності**

За результатами перевірки тексту дисертаційної роботи Ленька В.С. «Методи та засоби управління персональними знаннями в інтелектуальних системах» ознак академічного плагіату не виявлено. В дисертації ідеї, гіпотези, наукові положення та наукові результати інших авторів містять посилання на відповідні публікації. Узгодженість тексту дисертації та його обґрунтованість свідчать про відсутність ознак фальсифікації. Вищенаведені аргументи дозволяють зробити висновок про **відсутність порушень академічної доброчесності** в дисертації Ленька В.С.

### **Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації**

Дисертаційна робота Ленька В.С. містить нові результати для сфери управління знаннями в інтелектуальних системах, проте їй властиві також деякі недоліки та дискусійні моменти, які необхідно висвітлити:

Перші два зауваження дискусійного типу і стосуються загальних підходів до розуміння суті терміну «знання».

1. Чомусь дисертант, спираючись на деякі результати епістемологічних досліджень, всі знання поділяє на декларативні, процедурні і знання через знайомство. Однак такий поділ є надто спрощеним, оскільки епістемологія знання розуміє значно ширше, а саме, нею виділяється два базових види пізнання та знання: чуттєве та раціональне пізнання і відповідно його наслідки – чуттєве та раціональне знання. Чуттєве знання – це відчуття,



образи та уявлення, а раціональне знання (мислення) – це поняття, судження (висловлювання), умовиводи (міркування) та теорії. Варто було б дисертанту відразу чітко вказати, який саме вид та форму знань він досліджує у дисертації.

2. Крім того, у першому розділі дисертації вказано, що під знаннями розуміється сукупність висловлювань (тверджень), що стосується певної предметної області і, які задовольняють умовам їх істинності, обґрунтованості та переконаності у них суб'єкта пізнання. Однак ця сукупність висловлювань є лише однією із можливих форм представлення дескриптивних знань, самі ж знання у інтелектуалізованих інформаційних системах, на мій погляд, більш адекватно інтерпретувати як сукупність понять та операцій і відношень між ними, а висловлювання – то вже похідні конструкти від цієї первинної структури, що її репрезентують. Адже, людина може знати, але не формулювати висловлювання про ці знання. Висловлювання – це актуалізовані, опредметнені, озвучені знання. Слушність такого зауваження підтверджується і тим, що дисертант використовує онтологічний підхід до організації баз знань, а він, як відомо, ґрунтується на моделі знань у вигляді алгебраїчної системи, носієм якої є множина понять, а не висловлювань.

Наступна група зауважень стосується результатів самої дисертації як кваліфікаційної роботи за спеціальністю 124 «Системний аналіз».

3. У дисертаційній роботі не у повній мірі розкрита специфіка методів та засобів організації та управління персональними знаннями, як це задекларовано у назві дисертації. Більшість результатів дисертації з однаковим успіхом можуть бути застосовані як до персональних, так і до колективних баз знань. Які ж саме відмінності між методами та засобами управління персональними знаннями у порівнянні із технологіями управління колективними знанням?
4. У першому розділі дисертації, аналізуючи відомі моделі подання знань, робиться висновок про доцільність онтологічного підходу як такого, що поєднує різні типи моделей подання знань, а саме, логічні, фреймові, продукційні та семантичні мережі. Однак в дисертації чітко не вказано у який спосіб ці різні моделі інтегруються в онтологічну модель знань і чи при цій інтеграції (гібридизації) не виникнуть якісь недоліки та труднощі.

5. В третьому розділі дисертації здійснено системний аналіз базової описової логіки ALC, проте не висвітлено структуру її розширень, які в сукупності формують логічну основу для подання онтологій мовою опису OWL 2 та забезпечують міркування гіпертабло-алгоритмом.
6. Порівняльний аналіз описових логік та теорій типів враховує лише якісні відмінності між двома формалізмами, однак не дає змоги проаналізувати обчислювальну часову та просторову складність алгоритмів розмірковування (доведення), що б уможливило порівняння кількісних показників цих формальних систем.
7. В роботі присутні незначні стилістичні та граматичні помилки, та інколи використовуються англійські аббревіатури, які потребують детальнішого пояснення, зокрема SROIQ<sup>(D)</sup> (ст. 3, 107), HoTT (ст. 36, 105), тощо.

Варто зазначити, що вказані зауваження не зменшують цінність отриманих результатів дисертації і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

#### **Загальний висновок**

Дисертація Ленька В.С. «Методи та засоби управління персональними знаннями в інтелектуальних системах» є завершеною науковою працею, у якій вирішено важливе наукове завдання розвитку методів та засобів для управління знаннями в інтелектуальних системах, які забезпечують ефективне подання, узгодження, оновлення та розширення баз знань, з метою їх практичного використання в системах підтримки прийняття рішення.

Подана до захисту дисертація написана науковим стилем, матеріал викладений у логічній послідовності, висновки науково обґрунтовані. Анотація розкриває основні її положення та висновки, є ідентичною дисертації за структурою та змістом, а також не містить інформації, відсутньої у дисертації.

Зміст дисертаційної роботи відповідає обраній темі, забезпечує досягнення поставленої мети і вирішення завдань дослідження та відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами від 31.05.2019 р.), Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 6.03.2019 р. № 167 зі змінами від 21.10.2020 р.).

Актуальність теми дослідження, ступінь наукової новизни, теоретичне і практичне значення, достовірність висновків і рекомендацій, які отримано у



дисертаційній роботі «Методи та засоби управління персональними знаннями в інтелектуальних системах» дають змогу зробити висновок, що вона відповідає спеціальності 124 «Системний аналіз», а її автор, **Ленько Василь Степанович** заслуговує **присудження йому наукового ступеня доктора філософії** за цією спеціальністю.

**Офіційний опонент:**

Професор кафедри комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя, доктор технічних наук, професор



С.А. Лупенко

Підпис професора Лупенка С.А. засвідчую:

Проректор з наукової роботи  
Тернопільського національного  
технічного університету ім. Івана Пулюя,  
доктор технічних наук, професор



П.О. Марушак