

**У спеціалізовану вчену раду Д 26.255.01  
при Інституті телекомунікацій і  
глобального інформаційного простору  
Національної академії наук України**

**ВІДГУК**

офіційного опонента - кандидата технічних наук,  
доцента

**Крижановського Євгенія Миколайовича**

надисертацію **Приходнюка Віталія Валерійовича**  
**«Технологічні засоби трансдисциплінарного представлення  
геопросторової інформації»**, яку подано на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук за спеціальністю  
**05.13.06 — «Інформаційні технології»**

**Актуальність теми дослідження.** Наш час характеризується високим рівнем інформатизації та інтенсивним розвитком інформаційних технологій практично в усіх сферах людської діяльності. Це призводить до стрімкого зростання кількості наявної інформації, значна частина якої є слабо- або й зовсім неструктурованою. Особливо проблемними є описові тексти природною мовою різних подій, явищ та технічних об'єктів. Потреба якісної обробки такої інформації та інтуїтивно зрозумілого, багатоаспектного її представлення вимагають створення методів та засобів взаємодії з інформаційними ресурсами для забезпечення їх ефективного використання. Це дозволить швидше обробляти таку інформацію для прийняття рішень у різних сферах людської діяльності.

Підвищення ефективності представлення та аналізу просторово розподіленої інформації досягається шляхом формалізації даних в середовищі геоінформаційної системи (ГІС). Як відомо, ГІС - це сукупність електронних карт з умовними позначеннями об'єктів на них (просторової інформації), баз даних з інформацією про ці об'єкти (атрибутивної інформації) та програмного забезпечення для зручної роботи з картами і базами як з єдиним цілим.

Однак, створення окремих ГІС-додатків на основі певної ГІС може стати значною проблемою через погану структурованість початкових даних, на основі яких вирішується поставлена перед ГІС задача. Обробка слабо- та неструктурованих даних вручну є довгим і складним процесом, а в умовах обмеженості часу - часто пов'язаним із значним ризиком помилок. При цьому обробка дійсно великих об'ємів даних (англ.: «Big Data») є суттєво ускладненою.

Запропонована та розроблена в рамках дисертаційної роботи інформаційна технологія призначена для забезпечення користувачів інструментарієм автоматизованої обробки наявної в неструктурованих інформаційних ресурсах (зокрема, представлених природномовними текстами) геопросторової інформації і представлення її за допомогою онтологій. Формальна структура онтології спрощує комп'ютерну обробку та дозволяє відобразити специфічні завдання інформаційного середовища взаємодії з агрегованими джерелами інформації для її представлення та інтерпретації в процесі вирішення задач. Також в дисертаційному дослідженні представлено інформаційну технологію, що дозволяє автоматично відображати отриману в ході обробки інформаційних ресурсів геопросторову інформацію у вигляді онтологічного ГІС-додатка, що дозволяє швидко представляти таку інформацію найбільш природним чином.

Актуальність розглянутих задач та отримані результати відповідають пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки на період до 2020 року «інформаційні та комунікаційні технології», відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» № 2623-ІП від 11 липня 2001 року зі змінами протягом 2006-2015 рр.

Таким чином, науково-технічна задача підвищення ефективності роботи користувачів з великими масивами слабко- та неструктурованої інформації, у т.ч. геопросторової, на вирішення якої спрямована дисертаційна робота, є актуальною.

Дисертаційна робота виконана в рамках наукових досліджень Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України: «Розроблення програмно-апаратного комплексу безперервного контролю за станом здоров'я людини, що підключений до інформаційно-аналітичної телемедичної системи надання медичних послуг» 2013- 2015 рр. (ДР № 0110Ш02721), «Науково-технологічні засади формування інформаційно-освітнього простору на основі використання комп'ютерних онтологічних описів мережних баз знань» 2013-2015 рр. (ДР № 0112Ш07539), «Створення інформаційних та алгоритмічних моделей і засобів трансдисциплінарної інтеграції мереж знань», 2014-2016 рр. (ДР № 0113Ш04981), «Створення програмно-інформаційних засобів інформаційно-аналітичного забезпечення мережецентричних ситуаційних центрів», 2016-2020 рр. (ДР № 0116Ш00794) та «Створення методів та технологічних засад формування інтерактивних баз знань», 2017-2021 рр. (ДР № 017Ш00005). Також дисертаційне дослідження виконувалось в рамках виконання робіт за науковими темами Національного центру «Мала академія України»: «Розробка методів і засобів формування та використання мережних систем знань для створення електронних площадок віртуальних навчально- дослідницьких лабораторій», 2014-2016 рр. (ДР № 0114и002173), «Створення інформаційно-аналітичної системи та методичних засобів моніторингу та оцінювання навчальних досягнень

учнівської молоді на основі онтологій рішення задачі вибору», 2014-2016 рр. (ДР № 0114Ш02173), «Створення інформаційно-аналітичної системи та методичних засобів моніторингу та оцінювання навчальних досягнень учнівської молоді на основі онтологій рішення задачі вибору», 2015-2017 рр. (ДР № 0115Ш02523), «Науково-технологічні засади створення та використання онтологічних засобів формування мережецентричного середовища віртуальних навчально-дослідницьких лабораторій», 2017-2019 рр. (ДР № 0117Ш04042).

**Обґрунтованість і достовірність наукових результатів**, викладених у роботі, зумовлені коректним застосуванням методів системного аналізу, які застосовано при розробленні онтологічної моделі інтерактивного документу та моделі онтологічного ПС-додатку; теорії графів, теорії множин, алгебро-логічного та аксіоматичного методів, теорії нечітких множин, об'єктно-орієнтованого аналізу та шаблонів проектування для програмної реалізації інформаційної технології, теорії категорій для формалізації представлення знань. Практичне застосування розроблених моделей, методів і алгоритмів дозволило значно прискорити процес обробки великих масивів слабо- та неструктурованої інформації.

**Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:**

1. Вперше розроблено модель трансдисциплінарного представлення документів шляхом використання множинної часткової впорядкованості гіпервідношень між множинами онтологій і натуральних систем, що дозволяє динамічно формувати зв'язки між об'єктами, описаними у різних документах і забезпечувати оперативний доступ до великих обсягів інформації.
2. Удосконалено метод динамічної структуризації природномовних текстів шляхом використання правил, представлених за допомогою безтипових лямбда-виразів, що дозволяє значно підвищити ефективність застосування методу.
3. Вперше запропоновано предикативне представлення рекурсивного редуктора для формування множин бінарних відношень між термінами, які визначають контексти документів, що обробляються.
4. Удосконалено методи підтримки взаємодії користувачів з просторово розподіленими інформаційними ресурсами шляхом застосування засобів онтологічної уніфікації представлення інформаційних одиниць предметних областей, що дозволяє створити більш швидкі інструментальні засоби формування трансдисциплінарних онтологічних додатків у середовищі ГІС.

**Практичне значення** отриманих здобувачем у дисертаційній роботі результатів полягає в тому, що на основі розроблених у дисертаційній роботі моделей, методів та алгоритмів запропоновано та успішно реалізовано інформаційну технологію трансдисциплінарного представлення геопросторової інформації, яка була успішно апробована на ряді реальних прикладів. Розроблено онтологічну модель інтерактивного

документа та модель онтологічного ГІС-додатка на його основі, що дозволяє представити користувачеві результати структуризації тексту і забезпечити таким чином оперативний доступ до масиву упорядкованої геопросторової інформації із цього документу. Теоретичні та практичні результати роботи можуть бути використані для аналізу великих масивів слабо- та неструктурованих документів, зокрема в рамках процесів оперативного управління та прийняття рішень у різних сферах діяльності. Цінність результатів роботи для практики підтверджується актами впровадження результатів дисертаційної роботи в діяльність організацій та установ.

### **Оцінка структури та змісту дисертації.**

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел і додатків.

У **вступі** наведено обґрунтування актуальності наряду досліджень, наведено зв'язок роботи з науковими програмами, сформульовано мету і завдання дослідження, приведено наукову новизну, практичну цінність роботи та особистий внесок здобувана, наведено відомості про апробацію, публікації та практичне впровадження результатів дослідження.

У **першому розділі** проведено аналіз засобів обробки природномовних текстів і побудови ГІС-додатків.

Розглянуто існуючі програмні засоби, що можуть застосовуватись для обробки природномовних текстів. Перелік проаналізованих засобів складається із 35 систем. Розроблено список критеріїв відповідності, що включає в себе 30 критеріїв, об'єднаних у такі класифікаційні групи. На основі запропонованих критеріїв проведено оцінку і ранжування розглянутих програмних засобів. Показано, що в даний час не існує програмних засобів, які повністю відповідали б поставленій задачі, однак найбільш оптимальним програмним засобом, що може використовуватись в якості основи для її розв'язку, є система ТО ДОС. Дано загальну трактовку трансдисциплінарності та проведено оцінку і ранжування існуючих ГІС-пакетів. В результаті проведеного аналізу автором сформульовано мету і завдання дослідження.

**Другий розділ** присвячено методу структуризації природномовних текстів шляхом реалізації їх рекурсивної редуції та побудові моделі трансдисциплінарного представлення геопросторової інформації.

Запропонований метод структуризації природномовних текстів на основі їх рекурсивної редуції передбачає виконання перетворення структуризації тексту як багатокрокового процесу, в рамках якого для певного тексту за допомогою лексичного аналізу визначається первинна структура. Дана структура послідовно перетворюється в тезаурус, таксономію і онтологію.

Розроблено та детально формалізовано модель інтерактивного документу, який представлений парою з онтології і натуральної системи. Натуральна система забезпечує інтерактивну взаємодію з наявною в

онтології інформацією. На основі моделі інтерактивного документу розроблені моделі онтологічного ГІС-додатку і трансдисциплінарного представлення інформації. Онтологічний ГІС-додаток являє собою спеціалізований інтерактивний документ, призначений для представлення геопросторової інформації. Трансдисциплінарне представлення дозволяє динамічно формувати зв'язки між об'єктами, описаними в різних документах, що належать єдиному понятійному інформаційно-аналітичному середовищу, і забезпечувати таким чином оперативний доступ до великих обсягів інформації, важливої для виконання поставленої перед користувачем задачі.

**Третій розділ** присвячено розробці архітектури системи трансдисциплінарного представлення геопросторової інформації. Розроблена інформаційна та функціонально-компонентна модель цієї системи. Інформаційна модель представлена сукупністю модулів системи, що інтегруються з певною підмножиною модулів системи ТОДОС. Функціонально-компонентна модель системи включає в себе моделі поведінки системи, структури системи, структури програмних сутностей, компонентів програмної системи, а також - предикат цілісності системи.

На основі розроблених та формалізованих моделей сформовано архітектуру програмної системи трансдисциплінарного представлення геопросторової інформації. Дана архітектура характеризує склад, структуру та особливості функціонування даної системи.

У **четвертому розділі** представлено інструментальні засоби формування онтологічних ГІС-додатків, які є складають основу розробленої інформаційної технології трансдисциплінарного представлення геопросторової інформації. Зокрема, вказано особливості функціонування цих інструментальних засіб, їх взаємодії з користувачем та приклади їх застосування.

Також наведено результати обчислювальних експериментів, проведених для визначення ефективності роботи розроблених технологічних засобів. За допомогою обчислювальних експериментів показано, що запропоновані програмні інструменти можуть обробляти вхідні природномовні тексти різної складності з достатньо точністю до 80%. При цьому програмні інструменти забезпечують досить високу швидкодію (близько 14 секунд на документ розміром в кілька сторінок), що робить можливим їх використання в процесах оперативного управління та інших задачах обробки великих обсягів інформації.

У **додатках** приведено детальні результати аналізу існуючих програмних засобів у вигляді таблиці критеріїв та кінцевої оцінки, приклади вхідних файлів для роботи системи та опис інструментальних засобів трансдисциплінарної обробки, що належать до середовища ТОДОС. Також у додатках наведено список опублікованих дисертантом праць, відомості про апробацію результатів дисертації та документи, що

підтверджують практичне значення та впровадження наукових і прикладних результатів, одержаних автором у дисертаційній роботі.

**Головні результати дисертації достатньо повно викладені у 18 наукових працях, у т.ч. 4 статті у наукових фахових виданнях України (2 з них - у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, 1 - одноосібно), 2 статті у закордонних наукових виданнях, 4 монографії, 8 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій.**

У працях, які опубліковано в співавторстві, коректно відображено особистий внесок дисертанта, а також забезпечено посилання на публікації інших авторів.

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

Повний обсяг дисертації складає 267 сторінок машинописного тексту, список використаних джерел містить 150 найменувань, у рукописі є 57 рисунків, 6 таблиць та 4 додатки.

Застосована в роботі наукова термінологія є загально визнаною, стиль викладання матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечують легкість та доступність її сприйняття. Виклад ведеться аргументовано, коректно та конкретно.

Дисертаційну роботу написано українською мовою грамотно, на достатньо високому науковому стилістичному рівні.

#### **Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації.**

Основні положення автореферату, зокрема, мета, наукова новизна, практична цінність, зміст розділів, висновки, список опублікованих за темою дисертації робіт, характеристика особистого внеску здобувача, повністю відповідають аналогічним позиціям дисертаційної роботи. Автореферат достатньо повно розкриває зміст дисертації, адекватно висвітлює зміст роботи.

При проведенні рецензування рукопису дисертації та автореферату текстові запозичення, що не мають посилання на відповідні джерела, не виявлені.

#### **Зауваження до дисертаційної роботи:**

1. На стор. 67 йдеться про оператор нерухомої точки, однак не показано його загальний вигляд.

2. У формулі (2.95) Використовується "множина класів концептів, що представляють собою шари ГІС". Однак не вказано, як визначається ця множина.

3. У підрозділах 4.1 і 4.2 не вказано системні вимоги розроблених інструментальних засобів.

4. У підрозділі 4.3 вказано методологію розрахунку критеріїв на основі значень True Positive, False Positive, False Negative, однак не вказано методологію обчислення даних значень.

5. З тексту дисертаційної роботи не зрозуміло чи здійснюється обробка геоінформації різних джерел у різних системах координат шляхом приведення до єдиної.

6. З роботи не зрозуміло чи працює дана інформаційна система з даними, що зберігаються в електронних таблицях.

7. Беручи до уваги використання засобів АгсВІБ при практичній реалізації розробленої технології, варто було б запропонувати алгоритм формалізації окремо просторових (топологій) та логічних (відношень) зв'язків геопросторової інформації у класичній базі геоданих АгсСІ8.

Тим не менше, вищезазначені недоліки не знижують загального позитивного враження від роботи, яка виконана на достатньо високому науковому рівні і вирішує нову задачу в класі новітніх інформаційних технологій.

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

Дисертаційна робота Приходнюка В. В. на тему «Технологічні засоби трансдисциплінарного представлення геопросторової інформації» є завершеною науково-дослідною працею, в якій обґрунтована та розв'язана актуальна науково-прикладна задача розробки нової інформаційної технології трансдисциплінарного представлення геопросторової інформації.

Враховуючи, що дисертаційна робота за актуальністю, науковим рівнем, важливістю одержаних наукових результатів та за практичною цінністю відповідає всім вимогам п. 9, п. 11 та п. 12 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 зі змінами), які висуваються до кандидатських дисертацій, та паспорту спеціальності, вважаю, що її автор **Приходнюк Віталій Валерійович** заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 - інформаційні технології.

#### **Офіційний опонент:**

Доцент кафедри системного аналізу,  
комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки  
Вінницького національного технічного університету,  
кандидат технічних наук  
доцент



Є. М. Крижановський