

**ВІДГУК**

офіційного опонента про дисертаційну роботу  
Турковської Ольги Володимирівни

**“Методи та засоби аналізу процесів землекористування для дослідження  
емісії вуглекислого газу”,**

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

**1. Актуальність теми дисертації**

Наразі одним із секторів, на який спрямовано значні зусилля щодо скорочення емісій парникових газів, є землекористування. У будь-яких рішеннях для цього сектору потрібно враховувати необхідність підтримання балансу між його економічними та природоохоронними властивостями, що вимагає детального аналізу та прогнозування процесів землекористування, ретельного тестування можливих управлінських рішень та їх наслідків. Одним з можливих інструментів для проведення комплексної оцінки наслідків управлінських рішень для досліджуваного об'єкта є інформаційна технологія. Особливістю інформаційної технології є багатопараметричне представлення процесів землекористування, що дає змогу комплексно оцінити вплив певного управлінського рішення на досліджувані процеси і, відповідно, точніше обчислити емісії вуглекислого газу. Але вдосконалення методів аналізу та використання нових доступних даних може покращити ефективність роботи інформаційної технології за рахунок підвищення ефективності циклічного опрацювання даних, підвищення точності результатів інформаційної технології, а також за рахунок збільшення адекватності представлення досліджуваного об'єкта.

Відтак актуальним завданням є удосконалення інформаційної технології аналізу процесів землекористування та зміни типів землекористування для моніторингу емісій вуглекислого газу, а дисертаційна робота Турковської Ольги Володимирівни, присвячена розробленню методів та засобів інформаційної технології аналізу процесів землекористування з використанням імітаційної та рекурсивної моделей для моніторингу емісій вуглекислого газу, є *актуальною* і важливою для підвищення ефективності аналізу викидів вуглекислого газу в сфері землекористування та проектування зміни типів землекористування. У дисертаційній роботі чітко сформульовано мету, визначено задачі для досягнення цієї мети, об'єкт та предмет досліджень.

*Зв'язок роботи з науковими програмами та темами.* Дисертаційна робота пов'язана з планами наукових досліджень, які виконувалися в межах робіт кафедри міжнародної інформації Національного університету «Львівська політехніка» «*Геоінформаційні технології аналізу стоку та емісії парникових газів у лісовому господарстві для підтримки прийняття рішень*» (2013-2014 рр.; номер державної реєстрації 0113U003181).

## **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі**

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Турковської Ольги Володимирівни достатньо обґрунтовані коректним використанням математичного апарату, підкріплені успішною реалізацією програмних засобів, які дають змогу підвищити ефективність аналізу викидів вуглекислого газу в сфері землекористування та проектування зміни типів землекористування, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень, яке продемонструвало збігання теоретичних досліджень з реальними результатами.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, логічно випливають із результатів, отриманих за допомогою чітких викладок з коректним використанням симплекс-методу, методу імітаційного моделювання, методів побудови сценаріїв та лінійної екстраполяції, методів геоінформатики, процедурного та об'єктно-орієнтованого програмування для реалізації розроблених моделей та обробки результатів.

## **3. Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота має 125 сторінок основного тексту, 46 рисунків та 15 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 108 найменувань.

У *вступі* обґрунтована актуальність тематики, визначено об'єкт та предмет досліджень, сформульовані мета і задачі дослідження, визначена наукова новизна та практична цінність одержаних результатів, а також наведено відомості про апробацію та структуру роботи.

*Перший розділ* дисертаційного дослідження присвячено огляду відомих підходів до аналізу процесів землекористування та відповідних емісій вуглекислого газу. У ньому проаналізовано міжнародні ініціативи стосовно зміни клімату та сектор землекористування. Охарактеризовано важливість проблеми зміни клімату та місце, яке займають процеси землекористування та емісії вуглекислого газу, спричинені цими процесами, у міжнародних ініціативах, спрямованих на планування та проведення заходів щодо пом'якшення та адаптації до змін клімату. Проведено аналіз ролі інформаційних технологій у дослідженні емісій вуглекислого газу. Аналізу в першому розділі піддано також інформаційні технології аналізу процесів землекористування та зміни типів землекористування, зокрема, інформаційну технологію на основі моделі EFISCEN, інформаційну технологію на основі моделі GTM, інформаційну технологію на основі об'єднаних моделей G4M та GLOBIOM, інформаційну технологію на основі моделі GLOBIOM, інформаційну технологію на основі моделі G4M. Проведення такого аналізу дало автору можливість визначити переваги та недоліки існуючих інформаційних технологій аналізу процесів землекористування. Крім цього, проведений аналіз дозволив зробити висновок щодо необхідності та актуальності розроблення методів та засобів аналізу процесів землекористування та зміни типів землекористування для моніторингу емісії вуглекислого газу в Україні, з

врахуванням специфіки національної статистичної інформації та удосконалення існуючої інформаційної технології за допомогою розроблених методів та засобів. Матеріал розділу висвітлено повно, однак у розділі присутні надлишкові описи, наприклад, забагато уваги присвячено структурам моделей, покладених в основу різних відомих інформаційних технологій – так, рисунки «Структура моделі EFISCEN», «Інформаційна модель досліджуваної технології», «Типи землекористування та структура товарів у GLOBIOM», «Процеси моделювання G4M», «Послідовність роботи моделей-складових досліджуваної інформаційної технології та обміну даними між ними» містять загальновідомі дані. В цілому автор провела ґрунтовний системний аналіз предметної галузі. Обґрунтування актуальності вирішуваної наукової задачі виконано автором досить ретельно та всебічно.

*Другий розділ* дисертації присвячено розробленню методів та засобів моделювання процесів лісокористування для інформаційної технології аналізу землекористування. У ньому виявлено особливості представлення лісокористування в інформаційних технологіях для оцінки емісій вуглекислого газу. Автором проведено моделювання лісокористування з рекурсивними обмеженнями у інформаційній технології аналізу землекористування, а також моделювання процесу лісозаготівлі з врахуванням якості деревини. Описано параметри управлінських рішень у інформаційній технології для аналізу землекористування. Оригінальними рішеннями автора є: метод визначення зміни вартості лісу з врахуванням віку рубки, у якому враховано втрату вартості у наступному періоді моделювання і класі віку; метод аналізу процесів лісокористування з використанням рекурсивної моделі часткової рівноваги GLOBIOM шляхом введення нових параметрів, які характеризують динаміку вікової структури та втрат вартості лісу; удосконалена імітаційна модель процесів заготівлі лісоматеріалів з використанням базової моделі G4M шляхом врахування параметрів, які характеризують якість деревини; удосконалений метод опрацювання вхідних даних для інформаційної технології аналізу землекористування шляхом прогнозування значень додаткових параметрів, які характеризують досліджувані управлінські рішення України. Однак автор у другому розділі дисертаційної роботи недостатньо уваги приділила опису обмежень та припущень для розроблених методів визначення зміни вартості лісу з врахуванням віку рубки та аналізу процесів лісокористування з використанням рекурсивної моделі часткової рівноваги, не довела абсолютної переваги удосконаленої імітаційної моделі процесів заготівлі лісоматеріалів над іншими аналогічними моделями. Наведена на рис.2.2 спрощена блок-схема виконання алгоритму лісозаготівельних операцій є некоректною, оскільки деякі блоки обчислень мають по 2 входи та(або) по 2 виходи, процеси перевірки певних параметрів зображені у вигляді блоків обчислень замість блоків прийняття рішень, що суперечить правилам побудови алгоритму в цілому та блок схеми зокрема. Незрозумілим є використання числового коефіцієнту 1.25 у формулі (2.17) при розрахунку попиту на паливну деревину у 2030 році.

*Третій розділ* дисертаційної роботи присвячено дослідженню зміни емісій вуглекислого газу для інформаційної технології для аналізу землекористування. У розділі представлено валідацію та результати розроблених та удосконалених

методів для інформаційної технології аналізу процесів землекористування. Автором проведено тестування та валідацію методу моделювання лісокористування при рекурсивних обмеженнях, зокрема, перевірку методу моделювання лісокористування при рекурсивних обмеженнях, тестування функцій втрат лісу при зміні параметрів, валідацію результатів обчислень методу з результатами G4M. Автор провела тестування та валідацію методу моделювання лісозаготівлі з врахуванням якості деревини. У розділі також проведено аналіз емісій вуглекислого газу з використанням інформаційної технології. Однак у розділі присутні надлишкові описи порівнянь попиту на деревину та обсягу лісозаготівлі (таблиці 3.1-3.6), в той же час відсутня кількісна оцінка валідності розроблених методів.

У четвертому розділі описано інформаційну технологію аналізу процесів землекористування для моніторингу емісій вуглекислого газу у еколого-економічних системах. Автором представлено структуру даних досліджуваної інформаційної технології, показано обмін даними між моделями. У розділі описано також програмну реалізацію інформаційної технології. Автор проаналізувала результати інформаційної технології аналізу землекористування для моніторингу емісій вуглекислого газу з врахуванням розроблених та удосконалених методів. Однак рисунок 4.8 розділу 4 не має достатніх для розуміння пояснень та коментарів, недостатньо уваги приділено саме проектуванню розроблених програмних засобів, а також особливостям та режимам їх функціонування. В той же час присутні надлишкові описи, наприклад, надлишкову увагу присвячено опису деталей програмування розроблених засобів, недоцільним є також наведення фрагментів коду у основному тексті дисертаційної роботи.

*Висновки* по роботі сформульовані чітко, вони повністю висвітлюють отримані в роботі результати. За своїм рівнем висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів кандидатської дисертації.

*Список літератури* є інформативним, достатньо повно охоплює предметну галузь та відображає опрацювання автором значної кількості іноземних джерел.

*Додатки* до роботи є змістовними і підтверджують позитивні результати роботи.

#### **4. Наукова новизна результатів досліджень та їх теоретичне значення**

Наукова новизна досліджень полягає у розв'язанні актуальної наукової задачі розроблення методів та засобів інформаційної технології аналізу процесів землекористування з використанням імітаційної та рекурсивної моделей для моніторингу емісій вуглекислого газу.

До найбільш суттєвих і науково нових результатів дисертаційної роботи, на мою думку, можна віднести:

– *вперше розроблений* метод визначення зміни вартості лісу з врахуванням віку рубки, який на основі врахування втрат вартості у наступному періоді моделювання і класі віку забезпечив можливість розробити метод аналізу процесів лісокористування для рекурсивної моделі;

– *вперше розроблений* метод аналізу процесів лісокористування з використанням рекурсивної моделі часткової рівноваги, який шляхом врахування зміни вартості лісу забезпечує обмін доступними даними про динаміку вікової структури у інформаційній технології аналізу землекористування;

– *вдосконалену* імітаційну модель заготівлі лісоматеріалів, яка, враховуючи якість деревини, забезпечує обмін додатковими даними про попит на деревину у інформаційній технології аналізу землекористування, а також дає можливість уточнити результати обчислень даної інформаційної технології;

– *вдосконалений* метод опрацювання вхідних даних для інформаційної технології аналізу землекористування шляхом прогнозування значень додаткових параметрів, який характеризує досліджувані управлінські рішення та надає можливість аналізу процесів майбутніх періодів.

### **5. Достовірність наукових положень і висновків**

Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням симплекс-методу, методу імітаційного моделювання, методів побудови сценаріїв та лінійної екстраполяції, методів геоінформатики, процедурного та об'єктно-орієнтованого програмування для реалізації розроблених моделей і методів та опрацювання результатів. Достовірність результатів базується на обґрунтованості припущень, результатах експериментальних досліджень, правильному аналізу отриманих результатів та математичному і комп'ютерному моделюванні запропонованих методів, а також на успішній їх апробації на науково-технічних конференціях та успішному впровадженні отриманих рішень у Національному університеті «Львівська політехніка», Міжнародному інституті прикладного системного аналізу (Австрія).

### **6. Практичне значення результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання**

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у тому, що її результати у вигляді методів та засобів аналізу процесів землекористування для дослідження емісії вуглекислого газу були використані у Національному університеті «Львівська політехніка», Міжнародному інституті прикладного системного аналізу (Австрія) з метою підвищення ефективності аналізу викидів вуглекислого газу в сфері землекористування.

Запропоновані рішення дали можливість: досліджувати вплив управлінських рішень у секторі землекористування на навколишнє середовище та рівень відповідних емісій вуглекислого газу на території України; представляти ліс як динамічну систему; підвищити адекватність представлення досліджуваних процесів та підвищити точність результатів на 38-43%; обґрунтувати управлінські рішення України щодо боротьби зі зміною клімату.

## **7. Стиль, оформлення дисертації, автореферату. Повнота викладу наукових висновків у публікаціях та відповідність спеціальності**

Об'єм, структура, оформлення матеріалів досліджень в цілому відповідають вимогам "Порядку присудження наукових ступенів" щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки і рекомендації логічно витікають із результатів, які наведено у розділах роботи. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Усі основні положення та найбільш важливі результати дисертації, подані до захисту, опубліковані в необхідному обсязі у фахових наукових виданнях України та закордонних виданнях, пройшли відповідну апробацію на міжнародних науково-технічних конференціях. За темою дисертації опубліковано 16 друкованих праць, у тому числі 1 стаття у міжнародному науковому виданні, 5 статей у фахових наукових виданнях України, індексованих у Міжнародних науко-метричних базах, 9 публікацій у матеріалах наукових конференцій та 1 технічний звіт. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

Дисертація за змістом та отриманими результатами відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

## **8. Недоліки та зауваження**

1) у дисертаційній роботі автором було розроблено метод визначення зміни вартості лісу з врахуванням віку рубки та метод аналізу процесів лісокористування з використанням рекурсивної моделі часткової рівноваги, але автор недостатньо уваги приділила опису обмежень та припущень для розроблених методів – вважаю, що доцільно було б навести щонайменше обмеження розроблених методів;

2) у другому розділі автор розробила удосконалену імітаційну модель процесів заготівлі лісоматеріалів, але не довела абсолютної переваги отриманої моделі над іншими аналогічними моделями;

3) наведена на рис.2.2 розділу 2 спрощена блок-схема виконання алгоритму лісозаготівельних операцій є некоректною, оскільки деякі блоки обчислень мають по 2 входи та(або) по 2 виходи, процеси перевірки певних параметрів зображені у вигляді блоків обчислень замість блоків прийняття рішень, що суперечить правилам побудови алгоритму в цілому та блок схеми зокрема;

4) незрозумілим та недостатньо обґрунтованим, на мою думку, є використання числового коефіцієнту 1,25 у формулі (2.17) розділу 2 при розрахунку попиту на паливну деревину у 2030 році;

5) у дисертаційній роботі проведено тестування та валідацію розроблених методів моделювання лісокористування при рекурсивних обмеженнях та моделювання лісозаготівлі з врахуванням якості деревини, однак відсутня кількісна оцінка валідності розроблених методів;

6) у четвертому розділі недостатньо уваги приділено саме проектуванню розроблених програмних засобів, а також особливостям та режимам їх функціонування; відсутній порівняльний аналіз розробленого програмного

забезпечення із відомими аналогічними програмними засобами із зазначенням переваг та обмежень розробленого програмного засобу;

7) є певні зауваження до оформлення рукопису: рисунок 4.8 розділу 4 не має достатніх для розуміння пояснень та коментарів; у розділах мають місце надлишкові описи – наприклад, у розділі 1 забагато уваги присвячено структурам моделей, покладених в основу різних відомих інформаційних технологій (так, рис. 1.1-1.5 містять загальновідомі дані), у розділі 3 – порівнянню попиту на деревину та обсягу лісозаготівлі (таблиці 3.1-3.6), у розділі 4 – опису деталей саме програмування розроблених засобів; недоцільним є наведення фрагментів коду у основному тексті четвертого розділу дисертаційної роботи.

Однак зазначені зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової цінності.

### 9. Загальні висновки

Дисертаційна робота Турковської Ольги Володимирівни є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати вирішення важливої та актуальної наукової задачі розроблення методів та засобів інформаційної технології аналізу процесів землекористування з використанням імітаційної та рекурсивної моделей для моніторингу емісій вуглекислого газу.

Отримано нові, науково обґрунтовані теоретичні результати, які є суттєвими для підвищення ефективності аналізу викидів вуглекислого газу в сфері землекористування та проектування зміни типів землекористування. Тема дисертації відповідає спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

З огляду на актуальність теми дисертації, практичну корисність отриманих результатів досліджень, отриману сукупність теоретичних результатів, вважаю, що **дисертація відповідає** вимогам пп. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, а її **автор Турковська Ольга Володимирівна заслуговує** на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент – кандидат технічних наук,  
доцент, старший науковий співробітник,  
в.о. завідувача кафедри комп'ютерної інженерії  
та системного програмування  
Хмельницького національного університету

  
**Т.О.Говорущенко**

Підпис Говорущенко Т.О. засвідчую:  
Перший проректор, проєктор з науково-  
педагогічної та наукової роботи  
Хмельницького національного університету

  
**М.П.Войнаренко**

20 лютого 2017 р.