

## ВІДГУК

офіційного опонента Рябчія Владислава Валерійовича  
на дисертаційну роботу Примак Лідії Василівни  
«Геоінформаційне забезпечення радіочастотного планування  
телекомунікаційних стільникових систем»,  
що подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 193 – Геодезія та землеустрій

**Актуальність теми.** Тенденція переходу від телекомунікаційних стільникових систем третього покоління до систем четвертого та п'ятого поколінь вимагає й відповідного розвитку геоінформаційного забезпечення технологічного процесу радіочастотного планування. Підвищення вимог до точності геопросторових даних, що покладені в основі процесу зовнішнього планування телекомунікаційних стільникових систем на основі картографічних емпіричних моделей (зокрема, збільшення просторового розрізнення, детальності подання геометричних характеристик та висот об'єктів перешкод) надає особливої актуальності вирішенню науково-прикладного завдання підвищення достовірності і точності радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем на основі використання геоінформаційних моделей місцевості та методів геоінформаційного аналізу.

**Наукова новизна** дисертаційного дослідження полягає в розробленні системної та концептуальної моделі бази геопросторових даних. Запропонована модель бази даних відповідає чинним в Україні та міжнародним стандартам і забезпечує уніфікацію вихідних геопросторових даних для радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем. Розроблені методики оцінювання точності неперервних растрових даних про втрати амплітуди або потужності радіосигналу на основі вибірки великої розмірності, яка значно уточнює результати статистичної оцінки у порівнянні з вибіркою малої розмірності. Авторкою експериментальним шляхом обґрунтовано вибір моделей

геопросторових даних залежно від впливу їх точності на результати радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем. Крім того, авторкою удосконалено технологічну схему створення висотного клатера на основі хмари точок цифрової моделі місцевості для підвищення деталізації висот перешкод під час планування 4G і 5G мереж стільникового зв'язку.

**Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Запропонована авторкою концептуальна модель бази геопросторових даних для забезпечення радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем розроблена відповідно до чинних міжнародних і регіональних стандартів, та була практично реалізована на профільному підприємстві АТ «Візіком». Запропоновані математичні моделі створення тематичного набору геопросторових даних є коректними та достатньо обґрунтованими.

Проведення експерименту містить строге математичне обґрунтування вибіркової сукупності об'єктів території для обчислювального експерименту і включає статистичне оцінювання точності результатів моделювання у порівнянні з польовими вимірюваннями потужності сигналу на території вибірки.

Таким чином, сучасний інформаційно-технологічний рівень роботи, відповідність вибірки критеріям репрезентативності, висока інформативність використаних методів дослідження та адекватність статистичного аналізу дозволяють вважати результати дослідження, наукові положення, висновки і рекомендації достовірними та науково обґрунтованими.

**Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації.** Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційного дослідження опубліковані в 10 наукових працях, у тому числі: 1 стаття в іноземному виданні; 4 статті у фахових наукових виданнях України; 2 тези доповідей наукових конференцій та 3 статті, які додатково відображають результати дисертаційної роботи. В опублікованих працях достатньою мірою наведено основні наукові положення дисертаційної роботи та отримані результати, а рівень та кількість публікацій відповідають вимогам, які ставляться до такого типу наукового дослідження.



У дисертації відсутні ознаки порушення академічної доброчесності, посилання на літературні джерела зроблені коректно.

**Загальна оцінка дисертаційної роботи.** Структура дисертації містить анотацію, вступ, три розділи, висновки і додатки. Обсяг дисертації становить 212 сторінок, з них: 127 сторінок основного тексту, ілюстрованого 56 рисунками і 45 таблицями; список використаних джерел зі 163 найменувань на 20 сторінках; 12 додатків на 48 сторінках. Структура та оформлення дисертації відповідають чинним вимогам до її оформлення, затвердженими наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40.

У **вступі** аргументовано актуальність теми дисертаційного дослідження, подано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано об'єкт, предмет, мету і задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

**Перший розділ** роботи присвячено аналізу сучасного стану і тенденцій геоінформаційного забезпечення радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем. Наведено огляд предметної сфери, визначені обов'язкові та допоміжні складові тематичного набору геопросторових даних для радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем (РПТСС), охарактеризовано сучасний стан геоінформаційного забезпечення РПТСС, починаючи з законодавства України й закінчуючи дослідженням геоінформаційних технологій у сфері підготовки тематичного набору для РПТСС, визначено тенденції розвитку геоінформаційних технологій у сфері радіочастотного планування телекомунікаційних систем та сформульовано основні завдання наукового дослідження.

У **другому розділі** авторкою у вигляді обробної системи подано процес радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем і системну модель формування бази геопросторових даних для РПТСС. Концептуальну модель бази геопросторових даних побудовано на основі обов'язкових складових тематичного набору геопросторових даних: цифрової моделі рельєфу, клатера, висотного клатера та 3D-об'єктів перешкод, для яких визначені моделі

геопросторових даних, атрибути і перелік метаданих. Створення складових тематичного набору геопросторових даних для РПТСС авторкою запропоновано на основі об'єктно-орієнтованої бази даних, джерелом наповнення якої є векторні моделі геопросторових об'єктів, уніфікація та структуризація яких забезпечується електронним каталогом векторних геопросторових об'єктів з визначеними типами просторової локалізації, атрибутів і топологічних обмежень. Технологічна схема створення тематичного набору геопросторових даних для РПТСС також подана у вигляді обробної системи та моделей геопросторових процесів для середовища геоінформаційної системи ArcGIS у додатку Model Builder. Для дослідження впливу точності геопросторових даних на результати РПТСС пропонується модель оцінки точності обчислення значень втрат амплітуди й потужності радіосигналу з використанням GRID-моделі просторового розподілу характеристик радіосигналу на основі вибірки великої розмірності, яка полягає у взаємному розширенні матриць, що порівнюються, до однакової розмірності з врахуванням порогового значення втрати амплітуди та потужності радіосигналу.

**Третій розділ** дисертації присвячено обґрунтуванню вибору моделей геопросторових даних з урахуванням впливу їх точності на якість результатів радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем. Авторка спочатку проводить дослідження можливості використання відкритих цифрових моделей місцевості, як регіональний набір геопросторових даних в радіочастотному плануванні телекомунікаційних стільникових мереж, а потім обґрунтування вибору моделей локального набору геопросторових даних залежно від впливу їх точності на РПТСС. У ході емпіричних досліджень побудовано еталонний тематичний набір геопросторових даних, розраховано на його основі значення потужності сигналу, та виконана статистична оцінка цих значень у порівнянні до польових вимірів потужності сигналу. Наступним етапом є генералізація даних еталонного набору та повторна статистична оцінка впливу величин просторового розрізнення, детальності геометричного контуру і точності атрибуту висоти досліджуваного набору у порівнянні з еталонним набором і польовими вимірами потужності радіосигналу. На основі визначених значень



середньої квадратичної похибки та стандартного відхилення авторка дійшла висновку про вплив точності моделей геопросторових даних на якість результатів РПТСС.

Дисертацію написана українською мовою, науковим стилем мовлення, матеріал наведено доступно і в логічній послідовності. Висновки стислі, коректні та сформульовані на основі детального аналізу матеріалів відповідних розділів.

### **Дискусійні положення та зауваження до дисертації**

1. Розділ 1 (п. 1.1) – вважаю, що в розділі є занадто детальний опис емпіричних математичних моделей. Авторці варто було б обмежитись тими, що використані в роботі, а на інші дати посилання на літературні джерела.
2. Розділ 1 (п. 1.2) і Додаток А – авторка встановлює відповідність тематичному набору геопросторових даних для частотного радіопланування телекомунікаційних стільникових систем стандарту СОУ 71.12-37-949:2014 «База топографічних даних. Каталог об'єктів і атрибутів», де відзначає можливість використання кожної групи об'єктів зі стандарту для окремої складової тематичного набору. Одну з таких складових в Додатку авторка називає 3D-моделі, хоча у тексті дисертації ця складова називається 3D-моделі перешкод, також зустрічається назва 3D-об'єкти перешкод. Спостерігається часткова невідповідність цих термінів у дисертаційній роботі.
3. Розділ 2 (п. 2.3, рис. 2.6) – авторка пропонує формування загального типу RTD\_Roslynnist на основі стандартних типів об'єктів рослинності бази топографічних даних. В роботі необґрунтовано чому авторка включає до загального типу RTD\_Roslynnist такі типи об'єктів як болота і солончаки.
4. Розділ 3 (п. 3.3.2) – авторка акцентує, що згідно з аналізом впливу методу створення локального набору геопросторових даних за точками драйв-тесту будь-яке узагальнення геопросторових даних може призвести до виходу похибок розрахунку потужності сигналу за межі допустимих

значень в межах окремого передавача, проте не вказує, на основі яких саме значень з таблиці, хоча це є очевидним.

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку усього дисертаційного дослідження.

### **Висновок**

Дисертаційна робота Примака Лідії Василівни «Геоінформаційне забезпечення радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій, є завершеною кваліфікаційною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні й прикладні результати в галузі геодезії та землеустрою. Дисертація відповідає вимогам Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 № 167, та Вимогам до оформлення дисертації, затвердженими наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40.

З урахуванням наведеного вище, авторка дисертаційного дослідження Примака Лідія Василівна заслуговує присудження їй ступеня доктора філософії за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій.

Офіційний опонент,  
завідувач кафедри геодезії  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка»,  
кандидат технічних наук, доцент  
14.01.2022 р.

В.В.Рябчій

Підпис Рябчія В.В. засвідчую:  
Учений секретар Вченої ради  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка»



Т.М.Калюжна