

## ВІДГУК

офіційного опонента Глотова Володимира Миколайовича  
на дисертаційну роботу Примака Лідії Василівни  
«Геоінформаційне забезпечення радіочастотного планування  
телекомунікаційних стільникових систем»,  
що подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 193 – Геодезія та землеустрій

**Актуальність обраної теми.** Стрімкий розвиток стільникових телекомунікаційних систем п'ятого покоління в світі та впровадження телекомунікаційних систем четвертого покоління на території України супроводжується значним підвищенням вимог до геопросторових моделей об'єктів місцевості, що використовуються при плануванні мереж, зокрема підвищення точності, збільшення просторового розрізнення та детальності подання геометричних характеристик об'єктів, що, в свою чергу, вимагає відповідного розвитку геоінформаційного забезпечення технологічного процесу радіочастотного планування. І хоча телекомунікації є однією з найбільш зрілих комунальних послуг, існують прогалини в уніфікації структури вихідних геопросторових даних для цілей планування телекомунікаційних систем, їх відповідності діючим стандартам в сфері геоінформаційних технологій, обґрунтуванні вибору моделей геопросторових об'єктів в залежності від впливу їх точності на результати планування. Тому особливої актуальності набуває вирішення науково-прикладної задачі підвищення точності та достовірності результатів планування стільникових телекомунікаційних систем зв'язку на основі використання геоінформаційних моделей місцевості та методів геоінформаційного аналізу.

**Наукова новизна роботи** одержаних авторкою результатів полягає у тому, що на основі діючих в Україні та міжнародних стандартів нею розроблено системну та концептуальну моделі бази даних для забезпечення уніфікації вихідних даних для радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових



систем третього, четвертого та п'ятого поколінь; запропоновані моделі є підґрунтям розробленої технологічної схеми створення тематичного набору геопросторових даних у складі цифрової моделі рельєфу, клатера й висотного клатера. На основі аналізу сучасних алгоритмів статистичної оцінки растрових моделей даних авторкою запропоновано модель оцінки точності обчислення значень втрат амплітуди й потужності радіосигналу з використанням растрової моделі характеристик радіосигналу на основі вибірки великої розмірності, що значно підвищує достовірність статистичної оцінки у порівнянні із традиційними «табличними» методами вибірки малої розмірності. На основі емпіричних досліджень обґрунтовано вибір моделей геопросторових даних локального та регіонального наборів з врахуванням впливу їх точності на якість результатів радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем.

**Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій.** Наукові положення, висновки та рекомендації дисертації Примаць Лідії Василівни є достатньо обґрунтованими, що підтверджується коректністю та логічністю запропонованих в роботі концептуальних моделей баз геопросторових даних для цілей радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем; математичним обґрунтуванням моделі оцінки точності обчислення значень втрат амплітуди й потужності радіосигналу з використанням GRID-моделі просторового розподілу характеристик радіосигналу; експериментальним обґрунтуванням вибору моделей геопросторових даних з врахуванням впливу їх точності на якість результатів радіочастотного планування; практичною реалізацією та впровадженням результатів на профільних підприємствах галузі АТ «Візіком» та Закарпатській регіональній філії ДП «УкрДАГП». В роботі фахово використано методи статистичного аналізу, теорії похибок, геоінформаційного аналізу та моделювання, теорії баз даних.

**Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації.** Результати дослідження опубліковано в 10 наукових працях: 1 стаття в іноземному виданні; 4 статті у фахових наукових виданнях України; 2 тези доповідей наукових конференцій та 3 статті, які додатково відображають



результати дисертації. Публікації одноосібні – 6, у співавторстві – 4. Згідно з аналізом наданих здобувачем публікацій результати досліджень викладено в них з достатньою повнотою. Особиста участь Примак Лідії Василівни у спільних з іншими співавторами дослідженнях і публікаціях є вирішальною для досягнення основних наукових результатів.

**Відсутність порушення академічної доброчесності.** В дисертаційній роботі Примак Лідії Василівни відсутні порушення академічної доброчесності, посилання на інших авторів зроблені коректно, запозиченого матеріалу без належного оформлення у роботі не виявлено.

**Загальна оцінка дисертаційної роботи.** За структурою дисертація відповідає існуючим вимогам, містить анотацію, вступ, три розділи, висновки і додатки. Загальний обсяг дисертації становить 212 сторінок, з них: 133 сторінки основного тексту, ілюстрованого 56 рисунками і 45 таблицями; список використаних джерел зі 163 найменувань на 20 сторінках; 12 додатків на 48 сторінках.

Усі структурні частини дисертації оформлені згідно діючих вимог.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано об'єкт та предмет дослідження, мету і завдання, наведено методи дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, викладено відомості про апробацію роботи, повноту публікацій результатів досліджень та їх впровадження.

У **першому розділі** проведено аналіз сучасного стану та тенденцій геоінформаційного забезпечення радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем: подано стислий огляд предметної сфери, визначено складові тематичного набору геопросторових даних для забезпечення радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем, охарактеризовано сучасний стан та тенденції розвитку геоінформаційного забезпечення радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем в Україні та світі. На основі аналізу сформульовані основні завдання дисертаційного дослідження.



У другому розділі виконано геоінформаційне моделювання тематичних наборів геопросторових даних для радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем: побудовано системну та концептуальну моделі бази геопросторових даних для радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем, подано технологічну схему створення тематичного набору геопросторових даних для забезпечення радіочастотного планування стільникових систем, розроблено модель оцінки точності обчислення значень втрат амплітуди й потужності радіосигналу з використанням GRID-моделі просторового розподілу характеристик радіосигналу на основі вибірки великої розмірності.

У третьому розділі обґрунтовано вибір моделей геопросторових даних з врахуванням впливу їх точності на якість результатів радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем: подано технологічну схему емпіричного дослідження, обґрунтовано використання відкритих цифрових моделей місцевості як регіональний набір геопросторових даних при плануванні стільникових телекомунікаційних систем другого та третього поколінь та вибір моделей локального набору геопросторових даних при плануванні стільникових телекомунікаційних систем третього та четвертого поколінь.

Дисертацію написано українською мовою, аргументовано, логічно, доступно для читання. Отримані автором теоретичні та практичні результати підтверджені відповідними розрахунками і не викликають сумніву. **Висновки** логічні, чіткі.

#### **Зауваження.**

1. Розділ 1. п.1.1. Авторка подає приклади покриття мережами поколінь 3G-5G територій економічно-розвинутих країн світу станом на кінець 2020 року. Мережі дуже стрімко розвиваються, варто було оновити подані покриття безпосередньо перед захистом роботи. В Україні авторка подає покриття мережами 3G-4G діючих операторів стільникового зв'язку. З роботи є незрозумілим, в якому стані в Україні на даний момент є розгортання телекомунікаційних систем п'ятого покоління.



В той же час на наш погляд Розділ 1 переобтяжений відомими матеріалами, що створює уяву навчального посібника.

2. Розділ 1. п.1.2. Таблиця 1.3. називається «Типовий перелік класів клатера», з роботи не зрозуміло «типовим» перелік є відповідно до діючих нормативних документів чи відповідного програмного забезпечення і т.д.
3. Розділ 2. п. 2.1. Згідно з рис. 1.5. в якості вихідних даних з подальшим перетворенням в тематичний набір геопросторових даних для радіочастотного планування можуть бути і текстові документи, й паперові карти тощо. Проте в системній моделі бази геопросторових даних ці типи даних відсутні взагалі, й вихідними даними слугують векторні моделі геопросторових даних.
4. Розділ 2. п. 2.2., 2.3. При побудові концептуальної моделі бази геопросторових даних використано стандарти та проекти стандартів СОУ 742-33739540 0012:201, СОУ 742-33739540 0012:2010, СОУ 71.12 – 37-944:2014, з яких взято такі терміни як TypeLok, Codelist та інші. Для кращого розуміння роботи сутність таких термінів варто дублювати і тексті роботи, а не тільки подати перелік значень атрибутів.
5. Розділ 2. п.2.4. При оцінці точності результатів радіочастотного планування авторка оцінює розраховані значення втрати амплітуди радіосигналу  $PL$  чи його потужності  $RSRP$ , а в формулах (2.12 – 2.14) вихідними є матриці (матриця  $X_{true}$ ) та досліджуваних даних (матриця  $X$ ). Зв'язок між цими величинами в роботі не поданий.
6. Розділ 3. Таблиці 3.27, 3.28 містять значення емпірично отриманих статистичних параметрів впливу точності вхідних геопросторових даних на результати радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем. Жодної візуалізації цих значень у вигляді, наприклад, гістограм в роботі не подано. Це значно ускладнює аналіз значень, їх порівняння та узагальнення.



7. У Висновках до роботи розбіжність зі Вступом, а саме: висновку 4 декларується про удосконалення способу, а у Вступі про розроблення цього способу.
8. Є розбіжність між поданим у тексті кількості основних сторінок (127), а в дійсності є 133.

### **Висновок.**

Але всі ці зауваження не зменшують в основному цінність дисертаційної роботи «Геоінформаційне забезпечення радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем» Примака Лідії Василівни і вона є закінченою науковою працею, результати якої відзначаються актуальністю, науковою новизною та мають важливе наукове і практичне значення. Дисертація за обсягом і формою відповідає вимогам, які висуваються до такого типу наукового дослідження, а авторка роботи, Примака Лідія Василівна, заслуговує на присвоєння їй ступеня доктора філософії за спеціальністю 193 – Геодезія та землеустрій.


Офіційний опонент

Завідувач кафедри фотограмметрії та геоінформатики

Національного університету «Львівська політехніка»

Професор, доктор технічних наук

Глотов Володимир Миколайович



12.01.2022

