

ВИСНОВОК

про наукову новизну, практичне і теоретичне
значення результатів дисертації

Примак Лідії Василівни

«Геоінформаційне забезпечення радіочастотного планування
телекомунікаційних стільникових систем»

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю

193 «Геодезія та землеустрій»

Актуальність теми дисертаційного дослідження Примак Лідії Василівни визначається нагальністю завдань удосконалення геоінформаційних моделей та методів для радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем у зв'язку із розвитком та впровадженням стільникових систем четвертого та п'ятого поколінь. Планування стільникових систем нового покоління потребує удосконалення геопросторових моделей об'єктів місцевості, зокрема: підвищення їх точності, збільшення просторового розрізнення, детальності подання геометричних характеристик об'єктів та їх математичних моделей з урахуванням особливостей функціонування телекомунікаційних стільникових систем.

Наукова новизна дослідження. В дисертації здійснено вирішення науково-прикладної задачі підвищення достовірності та точності радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем на основі використання геоінформаційних моделей місцевості та методів геоінформаційного аналізу, а саме:

– розроблено системну та концептуальну модель бази геопросторових даних, яка забезпечує уніфікацію вихідних даних для радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем третього, четвертого та п'ятого поколінь;

– розроблено технологічну схему створення тематичного набору геопросторових даних у складі цифрової моделі рельєфу, клатера й висотного клатера, що забезпечує вирішення комплексу прикладних задач з підготовки

вихідних даних для радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем;

- запропоновано модель оцінки точності обчислення значень втрат амплітуди й потужності радіосигналу з використанням GRID-моделі просторового розподілу характеристик радіосигналу на основі вибірки великої розмірності, що підвищує достовірність статистичної оцінки у порівнянні із традиційними «табличними» методами вибірки малої розмірності;

- обгрунтовано вибір моделей геопросторових даних з врахуванням впливу їх точності на якість результатів радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем.

Удосконалено:

- технологічну схему створення висотного клатера на основі хмари точок цифрової моделі місцевості для підвищення деталізації висот перешкод в плануванні 4G та 5G мереж;

- визначення середньої квадратичної похибки та стандартного відхилення для растрових моделей даних про неперервні величини та автоматизацію їх обчислення з використанням застосунку ModelBuilder геоінформаційної системи ArcGIS.

Обгрунтованість та достовірність наукових результатів

підтверджуються:

- коректністю запропонованих концептуальних моделей бази геопросторових даних для забезпечення радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем; математичних моделей створення тематичного набору геопросторових даних і оцінки точності результатів планування;

- строгим математичним обгрунтуванням вибіркової сукупності об'єктів території для обчислювального експерименту;

- коректністю експерименту та оцінюванням точності результатів моделювання в порівнянні з польовими вимірюваннями затухання сигналу на дослідній території.

– практичною реалізацією та впровадженням на профільному підприємстві АТ «Візіком» бази геопросторових даних для радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем.

Дослідження ґрунтуються на чинних законодавчих та нормативно-правових документах. Робота виконувалась в межах теми «Розроблення геоінформаційних методів і моделей для моніторингу та управління територіями» науково-дослідної роботи кафедри геоінформатики і фотограмметрії Київського національного університету будівництва та архітектури.

Значення результатів роботи для науки і практики

Практичне значення роботи

Запропоновані моделі бази геопросторових даних для радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем і технологічна модель її формування й оцінювання точності моделювання затухання радіосигналів стільникових систем доведено до практичної реалізації в середовищі застосунку ModelBuilder геоінформаційної системи ArcGIS, які можуть бути повторно використанні профільними підприємствами в проєктах планування та реконструкції телекомунікаційних стільникових систем четвертого і п'ятого покоління.

Результати роботи впроваджено на підприємстві АТ «Візіком» при формуванні бази геопросторових даних для забезпечення процесу планування на території України, Казахстану, Азербайджану та інших країн. Методика оцінки точності на основі вибірки великої розмірності, запропонована здобувачем, може бути використана для неперервних географічних полів різного природного походження, зокрема, потужності сигналу, рельєфу, температури. Технологічна схема побудови растрової моделі висот перешкод на основі хмари точок може бути використана в моделюванні 3D-об'єктів споруд, для таксації деревної рослинності чи в проєктуванні закладання кругових пробних площ під час інвентаризації лісів тощо.

Теоретичне значення роботи

Дисертація ґрунтується на методах статистичного аналізу, теорії похибок, теорії баз даних геоінформаційного аналізу та моделювання.

До основних теоретичних результатів роботи належать:

– концептуальні моделі бази геопросторових даних для забезпечення радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем в нотаціях уніфікованої мови моделювання UML.

– статистична оцінка неперервних растрових моделей даних, що базується на взаємному розширенні матриць, що порівнюються, до однакової розмірності з врахуванням порогового значення втрати амплітуди та потужності радіосигналу;

– обґрунтування вибору моделей геопросторових даних в залежності від впливу їх точності на якість результатів радіочастотного планування стільникових телекомунікаційних систем.

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.

Публікація результатів роботи, їх обговорення, апробація

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав

1. **Прымак L.** Geoinformation modeling as a fundamental method of cognition. AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research. Volume 11. Issue 1. Special Issue XV. 2021. р. 122-125. URL: http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/110115/papers/D_06.pdf

Статті у наукових фахових виданнях України

2. **Примак Л.В.** Основні вимоги до складу топографічного забезпечення для радіочастотного планування телекомунікаційних систем. Науково-технічний збірник «Інженерна геодезія». 2018. №65. С. 158 – 168.

3. **Примак Л.В.** Використання відкритих даних про рельєф місцевості в плануванні та оптимізації радіочастотних телекомунікаційних мереж. Науково-технічний збірник «Інженерна геодезія». 2019. №66. С. 95-104. DOI: <https://doi.org/10.32347/0130-6014.2019.66.95-104>.

4. **Карпінський Ю.О., Примак Л.В.** Розрахунок точності растрових даних про втрати амплітуди радіосигналу засобами геоматики. Збірник наукових праць

«Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва». 2020. №1 (39). С. 96-102.
DOI: www.doi.org/10.33841/1819-1339-1-39-16.

В статті здобувачем запропоновано методику оцінки точності та виконано автоматизацію процесу розрахунку точності растрових даних про втрати амплітуди радіосигналу на основі вибірки великої розмірності засобами геоінформаційної системи ArcGIS.

5. **Примак Л.В.** До ГІС-технології створення висотного клатеру рослинності для цілей планування та оптимізації LTE та 5G мереж стільникового зв'язку. Збірник наукових праць «Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва», 2020. №2 (40). С. 78-85. DOI: www.doi.org/10.33841/1819-1339-2020-2-40-78-85.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. **Примак Л.** Дослідження функціоналу GBDX платформи для створення клатерних моделей території. Геопростір-2017: матеріали міжнародної наук.-техн. конф., 4-6 грудня 2017, м. Київ. КНУБА. 2018. С. 88-89.

7. **Примак Л.В.** Використання відкритих даних про рельєф місцевості в плануванні та оптимізації радіочастотних телекомунікаційних мереж. Матеріали 25-ї міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2020», 2020. С.14-16.

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертаційного дослідження

8. Баран П.І., Олексій І.І., **Плиска Л.В.**, Примак О.В. Досвід використання цифрових технологій великомасштабного картографування у ДНВП «Укрінжгеодезія». Вісник геодезії та картографії. 2005. №4. С.11-16

В статті здобувачем досліджено точність контурної частини ортофотопланів у масштабі 1:2000, створених для забудованої території.

9. Баран П.І. Олексій І.І., Примак О.В., **Плиска Л.В.**, Пурик Т.І. Досвід ДНВП «Укрінжгеодезія» в створенні цифрових планів для ГІС-користувачів. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, Серия «География». – 2006. – Том 19 (58) №1. – с.14-17.

Здобувачем подано технологію створення геопросторових даних на основі аерофотознімання з GPS-координуванням центрів аерофотознімання.

10. Баран П.І., Мінкевич Н.А., Олексій І.І., **Примак Л.В.**, Примак О.В., Сулима О.В., Сушко В.Г. Про використання космічних знімків для кадастру земель та великомасштабного картографування. Вісник геодезії та картографії. 2006. №6. с.31-37.

Здобувачем подано структуру цифрових планів згідно з Класифікатором інформації, яка відображається на топографічних планах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 та вказано на її недоліки.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації

В роботі здобувач дає визначення висотного клатера (з англ. clutter height) як нормалізована цифрова модель поверхні у вигляді растру, взявши термін «нормалізована цифрова модель поверхні» як відповідний з LiDAR технології отримання та опрацювання даних про віддалені об'єкти. На наш погляд цей термін є дещо ширшим поняттям в порівнянні до сутності висотного клатера, обмеженого класами перешкод для розповсюдження радіосигналу. В переліку додаткових/допоміжних геопросторових даних, що можуть бути використані в процесі планування телекомунікаційних стільникових систем, авторка подає інформацію по адміністративно-територіальній устрій, карту населення тощо, в безпосередньому ж процесі дослідження обмежується обов'язковим набором геопросторових даних: ЦМР, клатером та висотним клатером. На наш погляд, концептуальну модель бази геопросторових даних варто було б розширити, включивши до неї перелік всіх геопросторових даних, що можуть бути використані в процесі радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем.


Загальний висновок

За актуальністю розглянутих завдань, науковою новизною, практичним і теоретичним значенням результатів та за підсумком фахового семінару дисертація «Геоінформаційне забезпечення радіочастотного планування телекомунікаційних стільникових систем» є завершеною, самостійно виконаною роботою, яка відповідає вимогам п.10 «Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Кабінетом Міністрів України і може бути


рекомендована для представлення її в спеціалізовану вчену раду для попереднього розгляду і захисту за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій».

Рецензенти:

Доктор технічних наук, професор
кафедри геоінформатики і фотограмметрії
Київського національного університету
будівництва та архітектури

 А.А. Лященко
/16.11.2021/

Кандидат технічних наук, доцент
кафедри геоінформатики і фотограмметрії
Київського національного університету
будівництва та архітектури

 Н.Ю. Лазоренко-Гевель
/16.11.2021/

Підписи Лященко А.А. та Лазоренко-Гевель Н.Ю. засвідчую:

Вчений секретар КНУБА  О.С. Петренко

