

528,48
M18

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ**

МАЛАШЕВСЬКИЙ МИКОЛА АНДРІЙОВИЧ

УДК 528.48 (043)
M18

**ВРАХУВАННЯ РЕЛЬЄФУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ПЛОЩ
ФІЗИЧНОЇ ПОВЕРХНІ МІСЦЕВОСТІ**

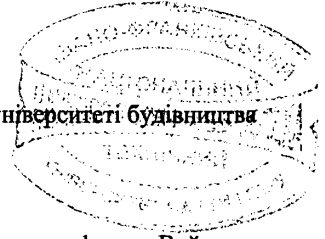
Спеціальність 05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Київському національному університеті будівництва і архітектури, Міністерство освіти і науки України.



Науковий керівник: доктор технічних наук, професор Войтенко Степан Петрович, Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач кафедри інженерної геодезії.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Черняга Петро Гервазійович, Національний університет "Львівська політехніка", завідувач кафедри картографії та геопросторового моделювання;

кандидат технічних наук, доцент Рябчій Владислав Валерійович, Державний вищий навчальний заклад "Національний гірничий університет", доцент кафедри геодезії.

Захист відбудеться «3» БЕРЕЗНЯ 2011 р., о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.09 у Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31. ауд. 466.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розісланий «2» Листопада 2011 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

Кандидат технічних наук, доцент

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Исаев" (Isaev).

О.П. Ісаєв



ГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одним із важливих завдань з удосконалення системи раціонального використання земель є визначення як геометричних характеристик земельних ділянок, так і врахування топографічних умов рельєфу місцевості. Достовірність інформації про землю нерозривно пов'язана з точністю визначення площ земельних угідь.

Успішне розв'язання завдань по цільовому управлінню природними ресурсами можливе при наявності повної і достовірної інформації про стан і використання природних ресурсів, які в сукупності представлені в різних видах кадастрів. Аналізуючи сучасний стан проблеми визначення площ територій (земельних ділянок), можна стверджувати, що до теперішнього часу в багатьох випадках користувалися традиційними, графічними і аналітичними, механічними методами, а останнім часом - цифровими. Тенденції розвитку методів визначення площ земельних ділянок в Україні базуються на використанні глобальних систем позиціонування, лазерного сканування, ДЗЗ, розвитку інноваційних та геоінформаційних технологій. Вирішення цих питань пов'язано з удосконаленням технічної бази, а це ставить задачу удосконалення аналітичних методів визначення площ на перший план.

Одним з необхідних елементів гарантії прав землекористування є геометричні параметри земельної ділянки. Практична реалізація земельної реформи спрямована на ефективне використання земельних ділянок, а це, в свою чергу, потребує підвищення вимог до визначення площ земельних ділянок з урахуванням топографічних умов фізичної поверхні місцевості.

В умовах ринкових відносин в землекористуванні велике значення набувають роботи, пов'язані з межуванням, інвентаризацією, та виділенням ділянок в натурі (на місцевості). Питання визначення площі земельних ділянок з урахуванням фізичної поверхні місцевості особливо актуальне при вирішенні містобудівних задач, проведенні рекреаційних робіт, розмічувальних роботах, будівництві доріг, плануванні сівозмін, проведенні сільськогосподарських робіт, визначенні ерозії ярів, сходженні снігових лавин, селевих потоків та каменепадів в горах, прогнозуванні зсувів земної поверхні, обслуговуванні територій курортів в гірській та горбистій місцевості, вертикальному плануванні будівельних майданчиків, ландшафтному проектуванні лінійних споруд та ін. Ефективність виконання цих робіт залежить від точності визначення фізичної площі земельних ділянок. Тому проблема визначення поверхні фізичної площі земельної ділянки є актуальною.

Дослідження спрямовані на вирішення актуальних методів визначення площ земельних ділянок та їх точності.

Найбільш важливим значенням для науково обгрунтованого і раціонального використання забудованих територій з характерно вираженим складним рельєфом є розв'язання завдань по переплануванню територій, що вимагають великих фінансових і трудових затрат, а також вирішення проблеми обгрунтування визначення площ земельних ділянок з врахуванням

MSA

рельєфу місцевості. Сучасні вимоги до комплексного розвитку міських територій потребують інформації про міське середовище, враховуючи складність рельєфу міських територій. Це буде сприяти більш раціональному і якісному виконанню проектно-планувальних робіт, здійснювати систематичний контроль за станом і розвитком міських територій, за раціональним використанням природних ресурсів, особливо міських земель.

Питанням дослідження точності визначення площ земельних ділянок займалися провідні українські та закордонні вчені В.Д. Барановський, Ю.Г. Батраков, В.И. Баландин, Х.В. Бурштинська, М.Я. Брынь, М.Г. Відуєв, С.П. Войтенко В.Н. Ганьшин, В.И. Гладких, А.И. Данилович, О.Л. Дорожинський, Б.Н. Дьяков Ю.О. Карпінський, Р.М. Літнарівич, А.А. Лященко, А.В. Маслов, С.Г. Могильний, Ю.К. Неумывакин, А.Л. Островський, М.И. Перский, У.Д. Самратов, В.М.Сердюков, П.Г. Черняга, В.К. Чибіряков, А.В. Юськевич, А.Г. Юнусов та ін.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Моделювання впливу рельєфу на визначення площ фізичної поверхні місцевості є невід'ємною частиною геодезичних та землепорядних вишукувань. Обраний напрям досліджень пов'язаний з реалізацією наступних державних та відомчих програм, а саме:

1. Державною науково-технічною програмою розвитку топографо-геодезичної діяльності та національного картографування на 2003-2010 роки (Постанова Кабінету Міністрів України від 16.01.2003 р. №37).

2. Постановою Кабінету Міністрів України №1158 від 19 вересня 2007р. «Про затвердження Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року».

3. Указами Президента України "Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 18.01.2008 р. № 121/200", "Про стан виконання Указу Президента України від 21.11.2005 р. № 1643", "Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 29.06.2005 р.", "Про стан додержання вимог законодавства та заходи щодо підвищення ефективності державної політики у сфері регулювання земельних відносин, використання та охорони земель".

4. Розпорядженням Президії НАН України від 20.11.06 №696. Цільова програма наукових досліджень «Моніторинг навколишнього середовища і екологічної безпеки України».

Дисертаційна робота виконана згідно планів наукової роботи кафедр інженерної геодезії та землепорядкування і кадастру Київського національного університету будівництва та архітектури.

Мета і задачі дослідження. *Метою* дисертаційної роботи є розв'язання науково-прикладної задачі з розробки методики визначення площ земельних ділянок з урахуванням рельєфу фізичної поверхні місцевості.

Об'єкт дослідження – площа фізичної поверхні ділянок місцевості.

Предмет дослідження – методи визначення площ земельних ділянок.

Методи дослідження – для досягнення поставленої мети в роботі використано методи системного аналізу, чисельні методи теорії поверхонь, які забезпечують розробку методики визначення площ земельних ділянок з врахуванням рельєфу місцевості.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертаційній роботі виконано теоретичне обґрунтування та одержані практичні результати, що дозволяють обчислювати площу земельних ділянок з врахуванням рельєфу місцевості, а саме:

1. Розроблено спосіб моделювання земної поверхні для визначення її площі з врахуванням рельєфу місцевості;

2. Розроблена методика розмічування полігонів складної форми, що дозволяє враховувати складність меж та підвищує точність визначення площі складних за формою та рельєфом земельних ділянок;

3. Розроблена методика оцінювання середнього ухилу фізичної поверхні земельної ділянки, що дозволяє порівнювати складність площ земельних ділянок. Запропоновано використовувати середній показник складності фізичної поверхні земельної ділянки при обчисленні площі з врахуванням рельєфу;

4. Досліджено вплив масштабу карти на точність визначення площ фізичної поверхні місцевості з врахуванням її рельєфу. На основі досліджень розроблено методика врахування впливу масштабу планів і карт, та рельєфу місцевості на визначення площ земельних ділянок складної форми та рельєфу.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати дисертаційного дослідження надають можливість:

- дослідити похибки обчислення фізичної площі ділянок земної поверхні з врахуванням фізичної поверхні місцевості;

- зменшити ризики появи похибок при визначенні площ земельних ділянок;

- автоматизувати процес визначення площ земельних ділянок аналітичними методами зі складною конфігурацією, пов'язаних з вирішенням наукових та економічних задач сталого розвитку землекористування;

- методика і програма з обчислення фізичної площі земельних ділянок впроваджена в компанії «АРТ-ТРИ» при проектуванні ландшафтного дизайну, та компанії «ТОРНАДО-А» при розрахунках необхідної кількості добрив для фермерських господарств.

Особистий внесок здобувача. Результати досліджень, що викладені в дисертаційній роботі, отримані автором самостійно, в роботі викладені авторські розробки щодо вдосконалення раціонального використання земель в Україні. Оpubліковані наукові праці містять положення, висновки та рекомендації, запропоновані автором і відображають його особистий внесок. В наукових працях, опублікованих в співавторстві, автору належить: в[4] – розроблення методики і алгоритму визначення фізичної площі земельних ділянок.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційного дослідження доповідалися на науково-практичних конференціях у Київському Національному Університеті Будівництва і Архітектури (м. Київ, 2006-2010р.р.), Міжнародному симпозіумі «Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища» (Алушта, 2010р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано п'ять статей, у тому числі 4 – у фахових наукових виданнях і 1 – у матеріалах конференцій.

Обсяг і структура роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури і додатку. Обсяг роботи становить 138 сторінок. Робота містить 88 графічних ілюстрацій (графіки, рисунки, схеми), 24 таблиці. Додатки займають 11 сторінок, список використаних джерел – 9 сторінок і включає 100 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання і методи дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення, стисло викладений основний зміст роботи.

У першому розділі «Сучасний стан визначення площ земельних ділянок та їх точність» досліджено публікації по визначенню основних похибок, які впливають на точність визначення площ, та методів, які використовуються. Для ефективного використання земель існує потреба підвищення вимог до точності визначення площ земельних ділянок з урахуванням фізичних умов місцевості.

Зроблений історичний огляд засвідчив, що кожний історичний етап вимагав поліпшення методів визначення площ, а відповідно до цього і висував підвищені вимоги до їх проведення та точності.

Проведене дослідження існуючих наукових робіт засвідчило, що, з стрімким розвитком земельних відносин, існує необхідність в удосконаленні існуючих методів визначення площ з урахуванням рельєфу місцевості.

На основі аналізу літературних джерел виявлено, що на точність визначення площ впливають похибки:

- 1) положення межового знаку;
- 2) фізичних характеристик рельєфу місцевості;
- 3) картографічних проекцій.

Аналізом встановлено, що в достатній мірі досліджено точність визначення межових знаків та вплив спотворення площ за рахунок картографічних проекцій. Головним питанням залишається обґрунтування необхідності визначення площі земельних ділянок з урахуванням рельєфу місцевості.

Для того, щоб обчислити площу з урахуванням рельєфу, необхідно мати цифрову модель рельєфу. В роботі досліджено TIN модель, що дає можливість наблизити будь-який елемент поверхні плоским елементом, та GRID модель, яка створює можливість обробляти отримані цифрові дані про поверхню різними методами. На сьогоднішній день великий інтерес

представляє побудова цифрової моделі рельєфу за даними повітряного лазерного сканування, за допомогою яких отримують регулярну сітку висот.

Зазначені факти свідчать про необхідність розробки нових методик та удосконалення існуючих критеріїв, що дозволить обчислювати земельні ділянки різних форм, та при цьому мати можливість враховувати рельєф місцевості, використовуючи регулярну сітку висот. Тому розроблена нижче методика орієнтована на використання GRID моделі.

На сучасному етапі одним з головних завдань в Україні є удосконалення робіт, пов'язаних з визначенням площ фізичної поверхні, формування нових теоретичних та практичних положень, які сприятимуть більш якісному землекористуванню.

До основних питань, на які покликана відповіді виконана робота, належать:

1) дослідження методів визначення площ та похибок, які на неї впливають; 2) розробки нових методів та методик, які дозволять обчислювати площу з врахуванням рельєфу місцевості 3) розробка альтернативної методики моделювання земної поверхні; 4) дослідження системних підходів при обчисленні площ фізичної поверхні; 5) розробки методики оцінки складності рельєфу земельної ділянки; 6) дослідження визначення фізичної площі з використанням TIN та GRID моделі побудови рельєфу.

У другому розділі «**Розробка методики та алгоритму визначення площ земельних ділянок**» досліджується визначення площ фізичної поверхні з урахуванням їх складної конфігурації та рельєфу. При вирішенні поставленої задачі застосування традиційних методів обчислення такої площі, на нашу думку, вважається не ефективним. Для підвищення ефективності та збереження достатньої точності пропонується нова методика.

Перший етап цієї методики враховує складність форми ділянки, яка передбачає будь-яку складність ділянки, наприклад, подовжені частини, або розгалуження окремих частин(рис.1). Оскільки складність ділянки може бути будь-якою і розбиття такої складної за формою ділянки формалізувати неможливо, на цьому етапі пропонується методика розбиття на підділянки опуклої форми, з автоматичною перевіркою опуклості підділянок, тому що подальші обчислення суттєво від цього залежні. Для подальшого розмічування підділянки на трикутники запропоновано підхід, який використовує положення центру ваги плоскої фігури. Як відомо з фізики, центр ваги правильної фігури є центром симетрії цієї фігури. Якщо правильна фігура опукла, то центр ваги знаходиться на однаковій відстані від вершин фігури. Оскільки в нашій проблемі сподіватись на підділянки, які є правильними фігурами в плані, не можна, то на попередньому етапі запропоновано проводити, що подальше розбиття підділянки з використанням положення центру ваги підділянок передбачалося на фігури опуклої форми.

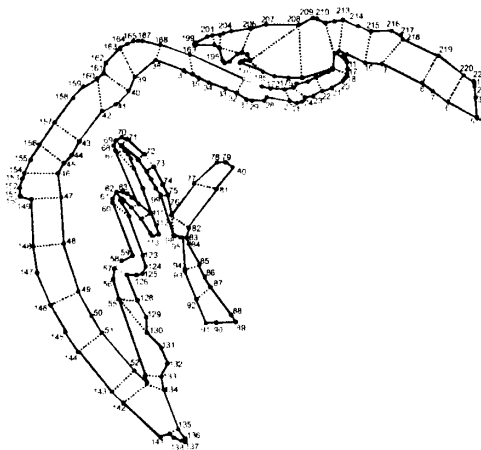


Рис. 1. Полігон складної форми

Оскільки підділянок може бути досить багато, то в методиці передбачено автоматичну перевірку опуклості кожної підділянки, що буде контролювати попередню ручну роботу.

Другий етап передбачає поділення кожної підділянки на сукупність «базових» трикутників. Тут пропонується використовувати поняття центру ваги плоскої фігури.

Після визначення центра ваги кожна підділянка поділяється на трикутники, які вище названі «базовими», вершини яких в центрі ваги, а основами є відрізки полігона між двома послідовними поворотними точками.

Якщо кожен бік базового трикутника розбити на однакову для трьох сторін кількість рівних частин, то базовий трикутник розіб'ється на певну кількість однакових трикутників, подібних базовому. Збільшення кількості розбиття сторін зменшує розміри трикутників, і це підвищує точність обчислення шуканої площі.

На (рис.2) наведений приклад, коли кожна сторона трикутника поділяється на чотири частини, далі через точки поділу бічних сторін проводимо лінії, паралельні основі трикутника, а потім через точки поділу однієї бічної сторони і основи лінії, паралельні другій бічній стороні. Аналогічно робимо для третьої сукупності паралельних ліній. Таким способом трикутники поділяються на певну кількість рівних трикутників, що подібні великому, а тому, якщо великий трикутник близький до правильного, то і ці трикутники будуть близькими до правильних.

Після розмічування виникає необхідність в автоматичній нумерації поворотних точок. На (рис.3) представлено розроблений підхід, в якому за допомогою стрілок визначена послідовність в нумерації поворотних точок трикутників.

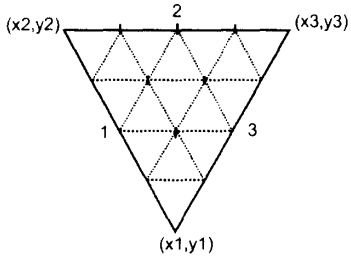


Рис.2. Схема розмічування трикутника

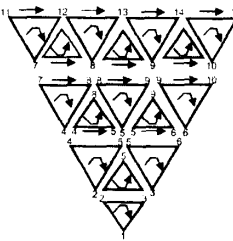


Рис.3. Схема нумерації поворотних точок трикутників

На базі запропонованого підходу послідовної нумерації, на (рис.4) представлено розроблену методику, яка дозволяє автоматизувати процес нумерації поворотних точок трикутників.

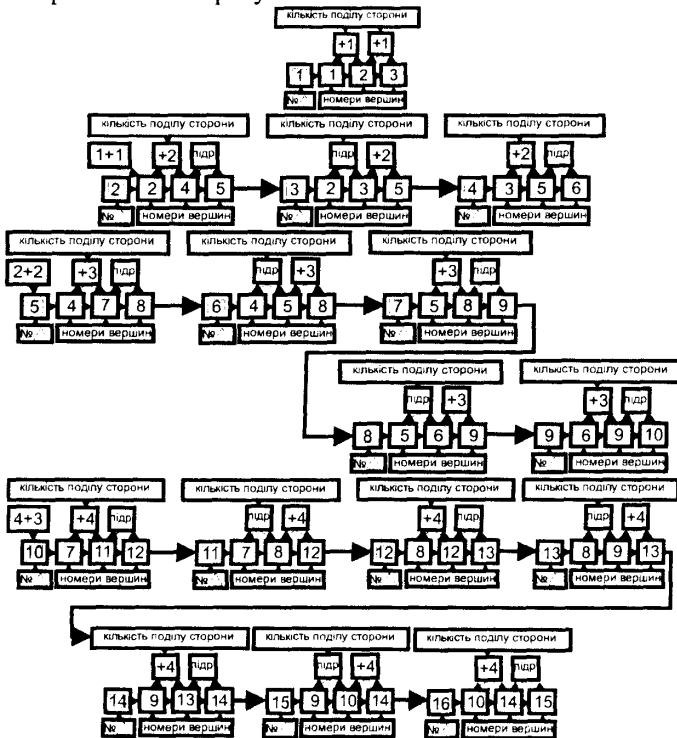


Рис.4. Методика нумерації поворотних точок трикутників

В роботі встановлено, що після того, як визначено центр ваги ділянки, доцільно змінити нумерацію поворотних точок. Нумерацію рекомендується починати з центра ваги і йти проти годинникової стрілки. При створенні алгоритму по визначенню площ земельних ділянок, номери поворотних

точок трикутника дають можливість визначити номери трикутників (рис.5). Зазначена послідовність дій спрощує алгоритм і забезпечує достовірність знаходження площі кожного окремого трикутника.

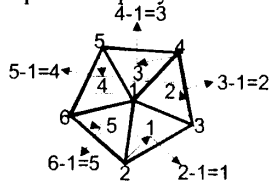


Рис.5. Схема нумерації трикутників через нумерацію поворотних точок

На прикладі (рис.5.) показано, що, віднімаючи по одиниці від номера поворотної точки, знаходиться номер кожного трикутника.

На наступному (рис.6.) представлений алгоритм, за допомогою якого нумеруються поворотні точки в полігоні. В результаті встановлена послідовність різниці номерів сторін ряду в підділянці, яка розглядається, що дозволяє автоматизувати в алгоритмі розрахунку автоматичну нумерацію.

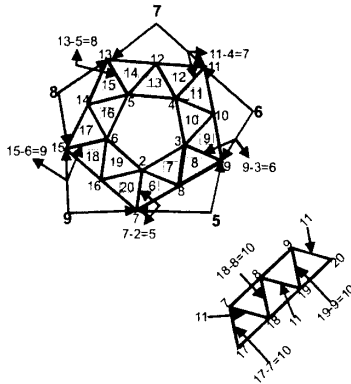


Рис.6. Послідовна нумерація вузлів трикутників

Зазначена послідовність ідентифікації вузлів, сторін та трикутників є основою створення алгоритму по визначенню площ. Вона не залежить від кількості розбиттів підділянки на найменші елементи.

Третій етап забезпечує необхідну точність обчислення площі з урахуванням рельєфу. Оскільки шукана площа по суті є площею поверхні складної форми, то таку поверхню необхідно апроксимувати ділянками якихось стандартних поверхонь. Найпростішим, і в той же час достатньо точним варіантом таких стандартних поверхонь є плоскі трикутники. Як зазначено вище, для збільшення точності знаходження площі з урахуванням рельєфу, кожний такий трикутник поділяється на задану кількість менших «малих трикутників». За координатами вершин «малих трикутників»,

визначаються їх висоти з використанням цифрової карти, а далі обчислюється площа нахиленого до горизонтальної площини трикутника за формулами аналітичної геометрії.

Площа ділянки з урахуванням рельєфу місцевості обчислюється як сумарна площа всіх малих нахилених трикутників на ділянці. Запропоновано складність рельєфу визначати коефіцієнтом ($K < 1$), чим менший коефіцієнт K – тим складніший рельєф земельної ділянки. Якщо цей коефіцієнт близький до одиниці, то для такої ділянки рельєф місцевості не треба враховувати. Розроблена методика, яка дозволяє в автоматичному режимі визначати середній ухил місцевості на земельній ділянці, що обчислюється. На (рис.7) розглядається приклад окремого «малого трикутника»

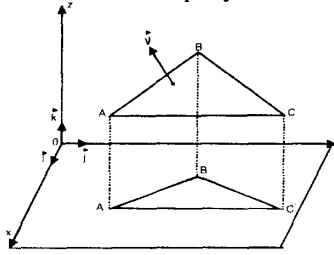


Рис.7. Міра відхилення реального трикутника від горизонтальної проєкції

Для такого малого трикутника визначається косинус кута між вертикальною віссю та нормаллю до площини трикутника \vec{n} за формулами аналітичної геометрії. Будується рівняння площини малого трикутника, що визначається координатами його вершин:

$$\begin{vmatrix} x - x_A & y - y_A & z - z_A \\ x_B - x_A & y_B - y_A & z_B - z_A \\ x_C - x_A & y_C - y_A & z_C - z_A \end{vmatrix} = 0 \quad (1)$$

Вектор нормалі до площини трикутника має вигляд:

$$\vec{N} = N_x \vec{i} + N_y \vec{j} + N_z \vec{k}, \text{ де:}$$

$$N_x = \begin{vmatrix} y_B - y_A & z_B - z_A \\ y_C - y_A & z_C - z_A \end{vmatrix}, N_y = \begin{vmatrix} x_B - x_A & z_B - z_A \\ x_C - x_A & z_C - z_A \end{vmatrix},$$

$$N_z = \begin{vmatrix} x_B - x_A & y_B - y_A \\ x_C - x_A & y_C - y_A \end{vmatrix}, \quad (2)$$

а косинус кута між вертикальною віссю та нормаллю до площини трикутника знаходиться за формулою:

$$c_i = \cos \left(\vec{N}, \vec{k} \right) = \frac{N_z}{\sqrt{N_x^2 + N_y^2 + N_z^2}}. \quad (3)$$

Оскільки площа всього полігона є сумою площ всіх трикутників, на які розбито полігон, то пропонується рахувати середньозважене значення косинуса кута за формулою:

$$c_{cp} \frac{\sum C_i F_i}{\sum F_i} = K, \quad (4)$$

де F_i - площа горизонтальної проекції даного трикутника.

Якщо полігон горизонтальний, то $c_{cp} = 1$, а з урахуванням рельєфу, $c_{cp} < 1$. Ця безрозмірна величина може слугувати кількісним критерієм складності рельєфу, тому що чим складніший рельєф, тим менше буде значення c_{cp} . Як відомо, якщо F_i^* - площа просторового трикутника, а F_i - площа його горизонтальної проекції, то має місце співвідношення:

$$F_i^* = \frac{F_i}{\cos \left(\hat{N}, \hat{k} \right)}, \quad (5)$$

тоді для одного трикутника:

$$C_{cp} = \frac{C_i F_i}{F_i} = \frac{F_i}{F_i^*} \quad (6)$$

В цьому випадку введений коефіцієнт дорівнює відношенню площі горизонтальної проекції до площі з урахуванням рельєфу. В загальному випадку можна стверджувати, що c_{cp} характеризує осереднене відношення певної площі горизонтальної проекції до площі ділянки з урахуванням рельєфу.

Четвертий етап полягає в знаходженні вертикальних координат точок ділянки, що розглядається, і починається з того, що на ділянку наноситься прямокутна сітка, до якої належить дана ділянка (рис.8), тому що дана методика побудована на використанні GRID моделі. У вузлах отриманої сітки визначають висоти, ці значення в алгоритмі формують прямокутну матрицю розміром $m \times n$. Номери рядків матриці визначаються послідовними номерами вузлів сітки по координаті x , а номери стовпчиків, номерами вузлів по координаті y . В полігоні, що обчислюється, визначаються координати чотирьох поворотних точок А,В,С,Д.

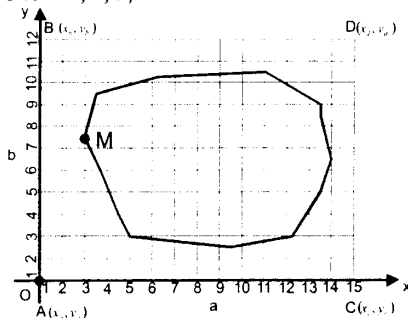


Рис.8. Визначення висот вершин сітки земельної ділянки

В залежності від вимог точності та складності рельєфу на земельній ділянці задається крок координатної сітки $\Delta_x = \Delta_y = \Delta$, тоді номер нижньої лівої точки чарунки, що розглядається, визначається формулами:

$$m = E\left(\frac{x_D - x_A}{\Delta}\right) \quad n = E\left(\frac{y_B - y_A}{\Delta}\right), \quad (7)$$

де $E(x)$ – ціла частина x .

Чисельна реалізація розробленої методики виконана у вигляді програми для ПЕОМ, написаної алгоритмічною мовою Фортран-4.

У третьому розділі «Експериментальні дослідження методики визначення площ земельних ділянок» виконано аналіз площ земельних ділянок міст та областей для визначення їх вірогідних планувальних характеристик і параметрів. Виходячи з принципу побудови мережі сотового зв'язку, автором запропоновано методику пошуку земельних ділянок. В результаті досліджень з'ясовано, що для міських територій більш притаманні земельні ділянки невеликих площ і складних конфігурацій. Це обумовлено тим, що міські території останнім часом інтенсивно забудовуються в межах існуючих кварталів та історично створених центрів міст. В умовах існуючої планувальної структури не завжди є можливість сформувати земельні ділянки під будівництво, формою наближені до правильної.

Виконаний статистичний аналіз матеріалів Державного земельного кадастру міста Києва та Київської області. Враховуючи складність конфігурації земельних ділянок (рис.9), в діапазоні вибрано земельні ділянки, характерні складною конфігурацією та представлені різноманітними геометричними формами. Виконаний автором аналіз конфігурацій земельних ділянок, в результаті якого було виявлено відсоткове співвідношення земельних ділянок складної форми, та земельних ділянок, наближених до правильної форми. Ділянки, які використовувались для аналізу табл.1, не прив'язувались до економіко-планувальних зон з точки зору цінності земель та планувальних утворень, а також з точки зору композиційно планувальних рішень.

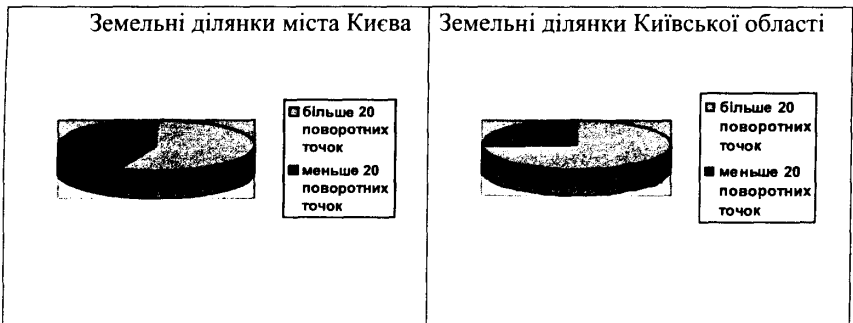


Рис.9. Розподіл земельних ділянок за кількістю поворотних точок

Таблиця 1.

Відсотковий розподіл земельних ділянок в залежності від складності форми

Земельні ділянки міста		Земельні ділянки області	
Форма земельної ділянки	%	Форма земельної ділянки	%
Земельні ділянки, які мають неправильну форму та більше 20 поворотних точок.	56	Земельні ділянки, які мають неправильну форму та більше 20 поворотних точок.	74
Земельні ділянки, які мають форму, наближену до правильної, та менше 20 поворотних точок.	44	Земельні ділянки, які мають форму, наближену до правильної, та менше 20 поворотних точок.	26

На базі розробленого алгоритму та побудованій на його основі програмі, яка обчислює реальні площі земельних ділянок зі складною конфігурацією, проведено апробацію на конкретних прикладах.

Проводилось дослідження на розв'язанні послідовності задач, деякі з яких наведені нижче:

- оцінювалась точність обчислення площ з врахуванням рельєфу;
- досліджено зміни коефіцієнта складності рельєфу в межах заданого полігону залежно від ступеня апроксимації її поверхні, що розглядається;
- виконано порівняльний аналіз визначення фізичної площі з використанням різних методів побудови цифрової моделі рельєфу.

За результатами обчислення площ земельних ділянок складної форми та з різним за складністю рельєфом встановлено, що при збільшенні кількості розбиттів виникає ефект, подібний до ефекту «фрактала». Математичний опис дуже подрібнених об'єктів рівняннями ліній чи поверхонь виконувати надзвичайно незручно, виходячи з того, що утворюється велика кількість маленьких фрагментів. З метою апробації розробленої методики, розглянуто конкретні приклади земельних ділянок зі складним і більш спокійним рельєфом. Оскільки в програмі передбачено збільшення кількості трикутників (збільшення кількості розбиттів базового трикутника), для досягнення наперед заданої точності необхідно було обмежити процес уточнення, який може призвести до ефекту, подібного до ефекту фракталів. З цією метою вводиться два критерії обмеження. Перший критерій використовує графічну точність визначення положення точок на планах і картах, яка складає $m_{гр}=0,2\text{мм}$ для конкретного масштабу карти, дає певне значення кроку, яке не бажано зменшувати. Другий критерій пов'язаний з середньою похибкою зйомки рельєфу відносно ближніх точок, яка дорівнює $\frac{1}{3}$ h. Це значення не повинно перевищувати різницю між вертикальними координатами двох суміжних точок трикутника.

В результаті проведених досліджень встановлено, що на земельних ділянках зі складним рельєфом застосовується критерій масштабу карти, а на ділянках зі спокійним рельєфом використовується критерій рельєфу. У випадку, коли земельна ділянка має частину складного рельєфу, а іншу частину більш спокійного, застосовуються обидва критерії автоматично.

На основі розробленої програми виконано порівняльний аналіз визначення фізичної площі земельних ділянок з використанням TIN (рис.10a) та GRID (рис.10б) моделей.

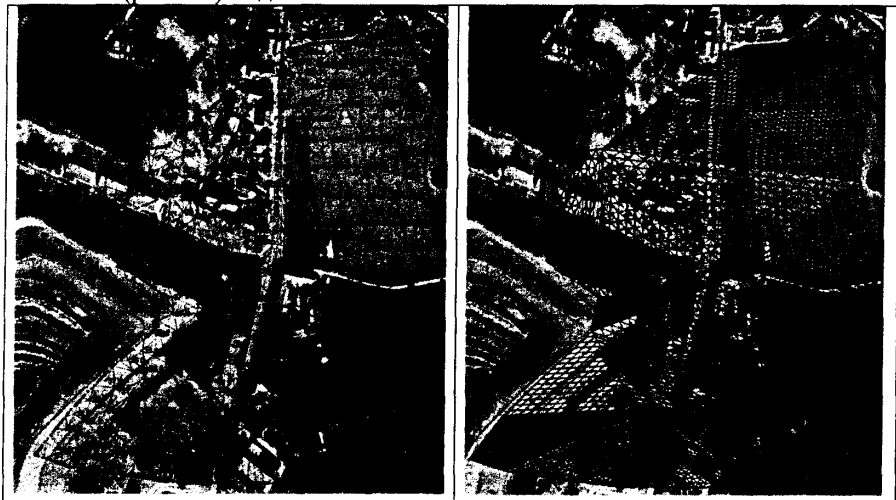


Рис.10. Моделювання фізичної поверхні земельної ділянки

а) з використанням TIN – моделі

б) за розробленою методикою

В табл.2 представлено порівняльний аналіз обчислення фізичної площі з використанням еталонної TIN моделі та розробленої методики.

Таблица 2

Порівняльний аналіз площ

№	Способи обчислення площі	Обчислена площа	Еталонна площа (по TIN моделі)	Відхилення від еталонної площі кв.м.	Відхилення від еталонної площі %
1	Без врахування рельєфу	176510	180746	-4236	-2,3
2	З врахуванням рельєфу	183910	180746	3164	1,7

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що розроблена методика дозволяє підвищити точність визначення фізичної площі при наявності GRID моделі місцевості.

ВИСНОВКИ

В роботі виконано теоретичне обґрунтування та представлено результати методики обчислення площі з врахуванням рельєфу місцевості.

1. На основі аналізу існуючих методів визначення площ та дослідженням похибок, які впливають на точність, обґрунтовано

необхідність розробки нової методики, яка дозволить обчислювати площу з урахуванням рельєфу місцевості.

2. Розроблена та теоретично обґрунтована методика визначення площі земельних ділянок складної конфігурації та з різною складністю рельєфу. Розроблена методика розмічування полігонів складної форми, що дозволяє враховувати складність меж та підвищує точність визначення площі складних за формою та рельєфом полігонів (земельних ділянок).

3. Запропоновано методику визначення середнього ухилу фізичної поверхні земельної ділянки, що дозволяє оцінювати складність площ земельних ділянок. При обчисленні площі з урахуванням рельєфу, запропоновано використовувати безрозмірний середній показник складності фізичної поверхні земельної ділянки.

4. За сотовим принципом розроблено методику оптимального пошуку земельних ділянок, з різними площами та конфігураціями, в умовах складного рельєфу.

5. Виконано дослідження впливу масштабу карти на точність визначення площ фізичної поверхні місцевості з урахуванням рельєфу. На основі досліджень розроблено модель, яка дозволяє дослідити вплив масштабу планів і карт, та рельєфу місцевості на визначення площ на земельних ділянках складної форми та рельєфу.

6. В розробленій методиці запропоновано критерії для обмеження процесу уточнення площі:

- перший критерій використовує графічну точність визначення положення точок на планах і картах, яка складає $m_{гр}=0,2$ мм для конкретного масштабу;

- другий критерій пов'язаний з середньою похибкою зйомки рельєфу відносно ближніх точок, яка дорівнює $\frac{1}{3}$ висоти перерізу рельєфу (h).

Запропоновано методику, яка виключає виникнення ефекту фракталів.

7. Розроблена методика дозволяє підвищити якість моделювання рельєфу фізичної поверхні місцевості, який представлено у вигляді GRID моделі місцевості, що, в свою чергу, дозволяє підвищити точність обчислення фізичної площі. Отримані результати забезпечують можливість багатостороннього використання методики в геодезичних, землевпорядних роботах та інших роботах, пов'язаних з охороною та раціональним використанням земельного фонду.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Малашевський М.А. Аналіз методів визначення площ при проведенні кадастрових робіт / Малашевський М.А // Інженерна геодезія. – 2008. – Вип. 54. – С. 135-141.
2. Малашевський М.А. Визначення площі земельної ділянки з урахуванням умов місцевості / Малашевський М.А // Містобудування та територіальне планування.– К.:КНУБА, 2008. Вип. 29. – С.152-157.

3. Малашевський М.А. Механізми регулювання земельного контролю в Україні / Малашевський М.А // Містобудування та територіальне планування.– К.:КНУБА, 2009. Вип. 32. – С. 289-292.
4. Войтенко С.П. Розробка методики та алгоритму визначення площ земельних ділянок методом скінчених елементів./ Войтенко С.П. Чібіряков В.К. Малашевський М.А. Лихогруд О.М. // Інженерна геодезія. К.:КНУБА, – 2010 – Вип. 55. – С. 55-63.
5. Малашевський М.А. Вплив рельєфу місцевості на точність визначення площ земельних ділянок/ Малашевський М.А. // VI Міжнародний науково-технічний симпозіум “Геоінформаційний моніторинг навколишнього навколишнього середовища: GPS і GIS - технології”, 13-18 вересня 2010р., Алушта (Крим, Україна) : Збірник матеріалів / Відповід. Ред.. К.Р. Третяк. – Львів : Львівське астрономо-геодезичне товариство, 2010. – С.208-209.

АНОТАЦІЯ

Малашевський М. А. Врахування рельєфу при визначенні площ фізичної поверхні місцевості. – Рукопис.

Дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія. - Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2011.

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано та розроблено методику обчислення площ земельних ділянок з врахуванням рельєфу фізичної поверхні місцевості. В результаті досліджень розроблена методика, яка дозволяє оцінювати складність рельєфу земельних ділянок з використанням безрозмірного середнього показника складності її фізичної поверхні. Виконано дослідження впливу масштабу карти на точність визначення площ фізичної поверхні місцевості з урахуванням рельєфу. Досліджено визначення фізичної площі земельних ділянок, рельєф яких представлений у вигляді TIN та GRID моделі. Результати експериментальних досліджень підтвердили ефективність розроблених методик при прийнятті рішень раціонального використання та охорони земельного фонду.

Ключові слова: земельна ділянка, площа, рельєф, фізична поверхня, методика, безрозмірний коефіцієнт, модель.

АНОТАЦИЯ

Малашевский Н.А. Учет рельефа при определении площадей физической поверхности местности. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.24.01 – Геодезия, фотограмметрия и картография. - Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, 2011.

В диссертационной работе теоретически обосновано и разработано методику вычисления площадей земельных участков с учетом рельефа физической поверхности местности. В результате исследований разработана методика, которая позволяет оценивать сложность рельефа земельных

участков с использованием безразмерного среднего показателя сложности ее физической поверхности. Выполнено исследование влияния масштаба карты на точность определения площадей физической поверхности местности с учетом рельефа. Исследовано определения физической площади на земельных участках, рельеф которых представлен в виде TIN и GRID модели. Результаты экспериментальных исследований подтвердили эффективность разработанных методик при принятии решений рационального использования и охраны земельного фонда.

Ключевые слова: земельный участок, площадь, рельеф, физическая поверхность, методика, безразмерный коэффициент, модель.

SUMMARY

Makashevskiy M.A. Relief account at determination of areas of physical surface of terrain. - Manuscript.

The thesis for a Candidate's degree in engineering science by speciality 05. 24.01–geodesy, photogrammetry and cartography – Kyiv National Construction and Architecture University, Kyiv, 2011

It is theoretically proved and developed a technique of calculation of areas of land parcels taking relief of a physical surface of terrain into account in dissertation. As a result of research the technique which allows to estimate relief complexity of land parcels with use of a dimensionless average index of complexity of its physical surface is developed. It is investigated the scale influence of the map on accuracy of definition of areas of a physical surface of terrain taking relief into account. It is established that with increase of quantity of partition of the parcel there is an effect similar to effect of "fractals". Two limitation criteria of partition are offered in dissertation: the first uses graphic accuracy of definition of position of points on plans and maps which makes $m = 0,2\text{mm}$ for concrete scale; and the second is connected with an average error of relief surveying concerning the nearest points which is equal $1/3$ heights of section of a relief (h). Similar principles are used at creation of covering in mobile communication, the technique of search of the land parcels proceeding from their complexity and quantity of rotary points is developed. It is executed a research of definition of physical area of land parcels that have a TIN- and GRID-model relief. Results of experimental researches have confirmed efficiency of the developed techniques at decision-making of rational land use and protection of land fund.

Keywords: land parcel, area, relief, physical surface, technique, dimensionless index, model.