

УДК 332.2:528.9:004.01

**ПРАКТИКА РОЗРАХУНКІВ ФІЗИЧНОЇ ПЛОЩІ ЗЕМЕЛЬНИХ  
ДІЛЯНОК**

**М.А. Малашевський,**

Email: mykola.malashovskyi@gmail.com

Інститут землекористування НААН України

**О.А. Малашевська,**

Email: olenamalashavska@gmail.com

Національний університет біоресурсів та природокористування України

*Анотація.* У статті розглядається питання розрахунку фізичної площі земельних ділянок. Актуальність дослідження обумовлена впливом точності визначення площ земельних ділянок на економічну, екологічну, соціальну складову землекористування. У статті виокремлено проблему врахування фізичних характеристик земельних ділянок при визначенні їх площі. Мета дослідження полягає в обґрунтуванні застосування методики розрахунку фізичної площі земельних ділянок в сучасних соціально-економічних умовах. Наведене поняття фізичної площі земельних ділянок, систематизовано напрямки застосування методики визначення фізичної площі земельних ділянок. Використана методика визначення фізичної площі земельної ділянки шляхом розмічування полігонів та визначення середнього ухилу. Проведені розрахунки площі земельної ділянки із врахування рельєфу при різних кількостях поділу сторони трикутника. Виконано порівняння із розрахунками площі без врахування рельєфу. Здійснений регресійний аналіз залежності зміни фізичної площі зі зміною кількості розбиття сторін трикутників. Наведені розрахунки коефіцієнту складності рельєфу для визначення фізичної площі земельної ділянки; розрахунки, які підтверджують економічну доцільність визначення фізичної площі земельної ділянки за запропонованою методикою при проведенні благоустрою території та при агротехнічних роботах. Отримані результати

*можуть бути використані в різних видах робіт, пов'язаних із просторовими аспектами використання земель; в наступних наукових дослідженнях.*

**Ключові слова:** *фізична поверхня, земельна ділянка, площа земельної ділянки, рельєф, математичне моделювання.*

### **Актуальність.**

Оперування достовірними даними щодо площ земельних ділянок має важливе значення при управлінні земельними ресурсами [1] та в процесі досягнення актуальних цілей сталого розвитку [2]. Точність площ земельних ділянок впливає на ефективність заходів щодо використання та охорони земель, економічного стимулювання раціонального землекористування, на справедливість перерозподілу земель у контексті гарантування прав на землю тощо.

Одним із важливих аспектів є визначення фізичної площі земельних ділянок, які мають складну конфігурацію та рельєф. Відповідно до проведених досліджень [3] встановлено, що площа земельної ділянки без врахування фізичних характеристик може відрізнятись до 20 відсотків від фактичної площі. Розрахунок фізичної площі земельних ділянок за достатнього обґрунтування має перспективи застосування в різних галузях.

Дослідженням питання точності визначення площ земельних ділянок присвячені праці українських та закордонних вчених: В.Д. Барановського, Ю.Г. Батракова, В.И. Баландіна, М.Я. Бриня, М.Г. Відуєва, С.П. Войтенка, В.Н. Ганьшина, А.І. Даниловича, О.Л. Дорожинського, Б.Н. Дьякова, Р.М. Літнарівича, А.В. Маслова, Ю.К. Неумивакіна, А.Л. Островського, М.І. Перского, У.Д. Самратова, В.М. Сердюкова, А.В. Юськевича, А.Г. Юнусова та інших.

**Мета дослідження** - обґрунтування застосування методики розрахунку фізичної площі земельних ділянок.

### **Матеріали і методи дослідження.**

Фізична площа - це площа земної поверхні в межах ділянки з урахуванням нерівностей фізичної поверхні землі (схилів, ярів, обривів тощо). Геодезичну

площу земельної ділянки визначають за координатами кутів поворотів його меж. Математично - це площа проекції межі ділянки на площину проекції в геодезичній системі координат Гаусса-Крюгера.

Аналітичне визначення площ  $P$  ділянок багатокутної форми обчислюється за плоскими прямокутними координатами  $x$ , за формулами Гаусса-Крюгера [4]:

$$P = \frac{1}{2} \sum_1^n y_k (x_{k-1} - x_{k+1}) \quad (1)$$

$$P = \frac{1}{2} \sum_1^n x_k y_{k+1} - \sum_1^n x_{k+1} y_k; \quad (2)$$

$$P = \frac{1}{2} \sum_1^n (x_k + x_{k+1}) (y_{k+1} - y_k) \quad (3)$$

$$P = \frac{1}{2} \sum_1^n X_k (y_{k+1} - y_{k-1}) \quad (4)$$

де  $P$  – площа земельної ділянки,

$x, y$  – геодезичні координати поворотних точок,

$n$  – загальна кількість точок повороту меж,

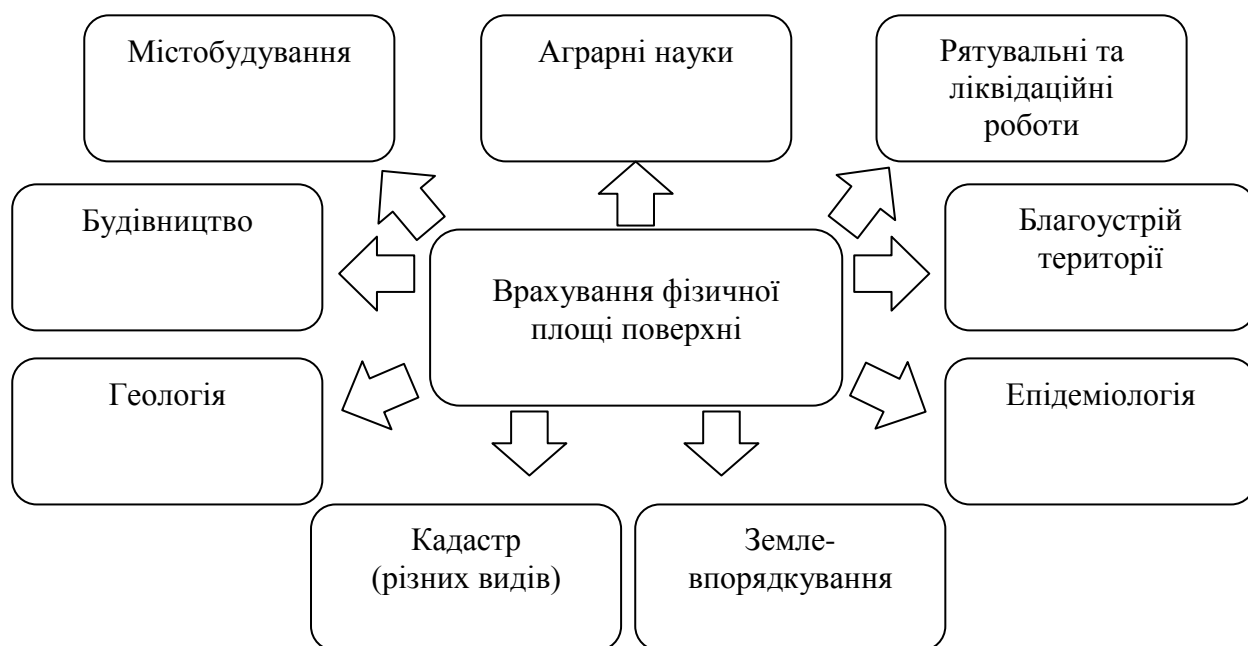
$k$  – номер точки повороту.

Ці формули визначають фіксовану геодезичну площу ділянки, тобто проекцію її меж на топографічну площину в проекції Гаусса-Крюгера.

Удосконалити моделювання рельєфу фізичної поверхні місцевості та підвищити точність обчислення фізичної площі запропоновано шляхом застосування методики, яка передбачає розмічування полігонів та визначення середнього ухилу [5]. Площа земельної ділянки  $P$  розраховується як сума площ  $m$  трикутників, на які поділяється земельна ділянка складного рельєфу і конфігурації відповідно до методики [3]:

$$P = \sum_{j=1}^m P_j .$$

Розроблена методика визначення фізичної площі поверхні дає можливість вирішувати широкий спектр прикладних задач у багатьох галузях, основний перелік яких показано на рис. 1.



**Fig.1. Сфери практичного застосування визначеної фізичної площі поверхні**

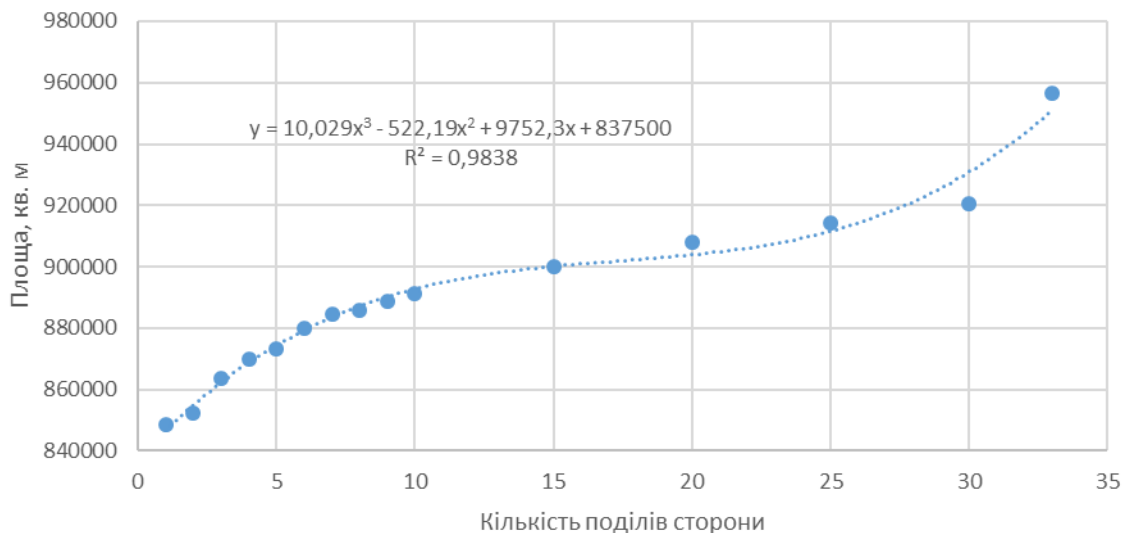
У сучасних умовах роботи, пов'язані із визначенням площі земельних ділянок з урахуванням фізичної поверхні місцевості мають важливе значення при вирішенні містобудівних задач, формування рекреаційних об'єктів, розмічувальних роботах, будівництві доріг, плануванні сівозмін, проведенні сільськогосподарських 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. [5]. В даному дослідженні наведені приклади застосування розробленої методики у аграрних науках, благоустрої території.

Використовуючи методику [5] розглянемо приклад визначення площі земельної ділянки складної конфігурації зі складним рельєфом. В табл. 1. наведені розрахунки для земельної ділянки в масштабі карти М 1:500.

## 1. Визначення площі земельної ділянки

Кількість поділів сторони трикутника	Площа ділянки без врахування рельєфу	Площа ділянки з врахуванням рельєфу	Коефіцієнт складності рельєфу	Зміна площі, %	Довжина сторони трикутника
1	846668	848414	0,99	0,2	34,300
2	846668	852533	0,98	0,6	14,710
3	846668	863755	0,96	2,0	11,430
4	846668	869787	0,94	2,7	8,575
5	846668	873298	0,94	3,1	6,860
6	846668	880094	0,92	3,9	5,717
7	846668	884570	0,91	4,4	4,900
8	846668	885816	0,91	4,6	4,288
9	846668	888944	0,91	4,9	3,811
10	846668	891342	0,90	5,2	3,430
15	846668	900064	0,89	6,3	2,287
20	846668	907870	0,88	7,2	1,715
25	846668	914403	0,87	8,0	1,372
30	846668	920711	0,86	8,7	1,143
33	846668	956730	0,82	11,3	0,260

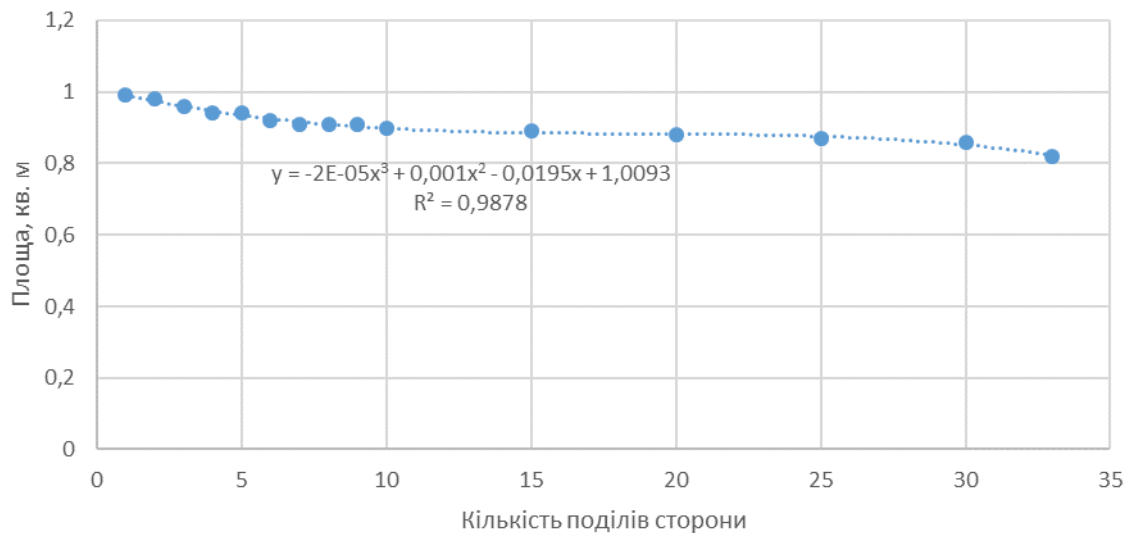
Дані, наведені в табл. 1, показують, як змінюється площа з урахуванням рельєфу місцевості залежно від кількості поділу сторони. Зі збільшенням кількості поділу сторін ця площа збільшується, оскільки точніше враховується рельєф місцевості. Залежність зміни фізичної площі зі зміною кількості розбиття сторін, відображає рівняння регресії (рис. 2).



**Fig.2. Розрахунок площі полігону в масштабі 1:500**

Виходячи з результатів, які наведені на графіку, можливо зробити висновок, що програма [3] зупинилася на 33-х розбиттях, площа земельної ділянки в масштабі 1:500 дорівнює 956730 м<sup>2</sup>.

Коефіцієнт складності рельєфу при розрахунках також залежить від кількості розбиттів. Це проілюстровано на рис. 3. Зміна розрахункової площі і відношення цієї площі до геодезичної площі ділянки при 33 розбиттях сторін дорівнює 0,82. Саме це значення коефіцієнту характеризує складність рельєфу даного полігону відповідно до методики.



**Fig.3. Знаходження коефіцієнту складності рельєфу в полігоні, масштаб 1:500**

З проведених розрахунків випливає, що при одному поділі сторони полігону, площа з урахуванням рельєфу місцевості відрізняється від площі, розрахованої без врахування рельєфу на 0,2%. Це свідчить про те, що трикутники, шляхом поділу на які знаходиться фізична площа, уточнюють рельєф. При збільшенні кількості розбиттів площа земельної ділянки змінюється при кожному діленні сторони. Розглянемо дані табл. 1, де відображається довжина сторони квадрата. Можемо зробити висновки, що в даному випадку для масштабу 1:500, максимально коректним результатом кінцевої площі можна вважати площу при 33-х діленнях сторони, коли сторона трикутників, на які розбивається полігон, дорівнює 0,26 м. Кінцева фізична площа полігону при 33-х поділах сторони буде відрізнятись від площі без врахування рельєфу на 11,3%.

Виявлено, що для полігонів зі складним рельєфом доцільно використовувати критерій масштабу.

## Результати дослідження.

Методика визначення площі земельної ділянки з врахуванням рельєфу місцевості була впроваджена сільськогосподарським підприємством та організацією, яка займається ландшафтним дизайном [5].

Прикладом застосування даної методики в контексті економічного обґрунтування витрат на благоустрій територій є врахування фізичної поверхні при розрахунку витрат на прибирання територій. Розрахунки відображені у табл. 2.

### 2. Розрахунок витрат на благоустрій території

Вартість прибирання 1 м <sup>2</sup> /грн	7,30
Загальна площа земельної ділянки за документами, м <sup>2</sup>	3500
Обчислена площа з врахуванням рельєфу, м <sup>2</sup>	3760
Різниця, м <sup>2</sup>	160
Різниця, грн	1168

Розроблений алгоритм дає можливість відобразити фактичну ситуацію щодо благоустрою і розрахувати витрати відповідно до фізичної площі.

Використання розробленої методики в ландшафтному дизайні показана в табл. 3.

### 3. Приклад раціоналізації благоустрою території з впровадженням методики розрахунку фізичної площі земельної ділянки

Вартість кв. м. рулонного газону, грн	42
Загальна площа земельної ділянки за документами, соток	35
Забудована територія, соток	13,2
Обчислена площа з врахуванням рельєфу, соток	37,6
Різниця, соток	1,6
Вартість, грн	13600

Використання методики розрахунку фізичної площі при внесенні добрив на земельних ділянках сільськогосподарського призначення показана у табл. 4.

### 4. Приклад раціоналізації сільського господарства з впровадженням методики розрахунку фізичної площі земельної ділянки

Вартість 1 тонни добрива, грн	3000
-------------------------------	------

Загальна площа земельної ділянки за документами, га	20
Обчислена площа з врахуванням рельєфу, га	20,7
Різниця, га	0,7
Різниця, грн	2100

### **Висновки і перспективи.**

Розроблена методика дозволяє удосконалити моделювання рельєфу фізичної поверхні місцевості та підвищити точність обчислення фізичної площі земельної ділянки. Систематизовано області застосування фізичної площі земельних ділянок. Проведені дослідження доводять економічну доцільність розрахунків фізичної площі земельної ділянки за запропонованою методикою при проведенні благоустрою території та при агротехнічних роботах. Отримані результати підтверджують ефективність залучення методики до різних видів робіт, пов'язаних із просторовими аспектами використання земель.

### **Список використаних джерел:**

1. Malashevskiy M. The possibilities of sustainable land use formation in Ukraine / M Malashevskiy, A Palamar, M Malanchuk, O Bugaienko // *Geodesy and Cartography*. – 2020. – №46 (2). – P. 83–88.
2. Malashevskiy M. The Aims and Trends of the Sustainable Land Tenure Formation in Ukraine: The Spatial Aspect / M. Malashevskiy, O. Malashevskaya // *Geodesy and Cartography*. – 2021. – №47 (3). – P. 131–138.
3. Войтенко С. П. До оцінки складності рельєфу земельної ділянки / С. П. Войтенко, В. К. Чибіряков, М. А. Малашевський // *Містобудування та територіальне планування*. – 2010. – № 38. - С. 90 - 95.
4. Геодезические работы при землеустройстве / А.В. Маслов, Г.И. Горохов, Э.М. Ктиторов и др. – М.: Недра, 1976. – 256 с.
5. Малашевський М.А. Методологія визначення площ фізичної поверхні місцевості з урахуванням рельєфу: монографія / М.А. Малашевський.– Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2021. – 132 с.

### **References**



1. Malashevskiy, M., Palamar, A., Malanchuk, M., Bugaienko, O. (2020). The possibilities of sustainable land use formation in Ukraine. *Geodesy and Cartography*, 46 (2), 83–88.
2. Malashevskiy, M., Malashevskaya O. (2021). The Aims and Trends of the Sustainable Land Tenure Formation in Ukraine: The Spatial Aspect. *Geodesy and Cartography*, 47 (3), 131–138.
3. Voitenko, S. P., Chybiriakov, V. K., Malashevskiy, M. A. (2010). On the assessment of the complexity of the land plot relief. *Urban planning and spatial planning*, 38, 90 - 95.
4. Maslov, A.V., Gorohov, G.I., Ktitorov, E.M. et al. (1976). *Geodetic works in land management*. Moscow, Nedra, 256 p.
5. Malashevskiy, M.A. (2021). *Methodology for determining the physical surface area, taking into account the terrain*: Kyiv, Sole Proprietor Yamchynsky O.V., 132 p.

\*\*\*\*\*

**Malashevskiy M., Malashevskaya O.**

## **THE PRACTICE OF THE CALCULATION OF LAND PLOT PHYSICAL AREA**

***Abstract.** The issue of physical area calculation has been scrutinized in the article. The research rationale is predefined by the influence of the accuracy of land plot area determination on the economic, environmental, and social components of land tenure. The issue of physical characteristics of a land plot at the determination of its area has been singled out in the article. The goal of the research is the substantiation of the use of land plot physical area calculation methodology in the current social and economic environment. The notion of land plot physical area has been provided. The trends of the application of land plot physical area determination methodology have been systemized. The methodology of land plot physical area determination by means of marking out polygons and determining the average slope has been used. The calculations of land plot area considering the relief at various quantities of the division of a triangle side have been made. Comparison with the calculation of area*

*without considering the relief has been performed. The regression analysis of the dependence of physical area change with the change of the quantity of triangle side divisions has been carried out. The calculation of the relief complexity index for the determination of land plot physical area has been presented. This calculation confirms the economic viability of the determination of a land plot physical area by the suggested methodology at land improvement and agrotechnical activities. The result can be used for various works connected to the spatial aspects of land use and in the following scientific researches.*

**Key words:** *physical area, land plot, land plot area, relief, mathematical modelling.*

\*\*\*\*\*

**Малашевский Н.А., Малашевская Е.А.**

## **ПРАКТИКА РАСЧЕТОВ ФИЗИЧЕСКОЙ ПЛОЩАДИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ**

*Аннотация. В статье рассматривается вопрос расчета физической площади земельных участков. Актуальность исследования обусловлена влиянием точности определения площадей земельных участков на экономическую, экологическую, социальную составляющую землепользования. В статье выделена проблема учета физических характеристик земельных участков при определении их площади. Цель исследования состоит в обосновании применения методики расчета физической площади земельных участков в современных социально-экономических условиях. Приведено понятие физической площади земельных участков, систематизированы направления применения методики определения физической площади земельных участков. Использована методика определения физической площади земельного участка путем разметки полигонов и определения среднего уклона. Произведены расчеты площади земельного участка с учетом рельефа при разных количествах деления стороны треугольника. Произведено сравнение с расчетами площади без учета рельефа. Осуществлен регрессионный анализ зависимости изменения физической площади с изменением количества разбиений сторон треугольников. Представлены расчеты коэффициента*

*сложности рельефа для определения физической площади земельного участка; расчеты, подтверждающие экономическую целесообразность определения физической площади земельного участка по предложенной методике при проведении благоустройства территории и при агротехнических работах. Полученные результаты могут быть использованы в разных видах работ, связанных с пространственными аспектами использования земель; в последующих научных исследованиях.*

**Ключевые слова:** *физическая поверхность, земельный участок, площадь земельного участка, рельеф, математическое моделирование.*