УДК 528.1:528.4

В.В. Рябчій, М.В. Трегуб
Національний гірничий університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЛЬЄФУ ПІД ЧАС ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ ВЕЛИКИХ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК

© Рябчій В.В., Трегуб М.В., 2010

Выполнено исследование влияния рельефа местности на площадь больших земельных участков.

Analysis of relief influence on determination of big area land parcels.

Постановка проблеми. Під час виконання геодезичних робіт для потреб землеустрою одним з головних завдань є визначення площ земельних ділянок (ЗД). Особливо гостро постає питання визначення площ великих (ЗД). Навколо цієї задачі постійно точаться дискусії, з'являються нові пропозиції щодо урахування або зменшення впливу різних факторів: інструментальних похибок, технологічних, пов'язаних з особливостями переходу між системами координат, тощо [1, 3, 5, 6, 8, 9]. Існує також проблема визначення похибки знаходження площ різних за формою та розмірами ЗД через наявність багатьох методів [1, 3, 5, 9]. Для визначення площі ЗД найчастіше використовують відому формулу Гаусса, де аргументами є прямокутні координати кутів поворотів (КП) меж ЗД. У такому разі похибка визначення площі залежатиме від похибок координат КП.

Для обчислення середньої квадратичної похибки площі ЗД на площині деякі автори [1, 3 та ін.] пропонують використовувати відому формулу:

$$m_s = \sqrt{\frac{1}{8}\sum_{i=1}^{n} m_{ti}^2 D_i^2} \ ,$$

де m_{ti} – середня квадратична похибка планового положення КП межі ЗД, D_i – діагональ, що з'єднує КП $(i-1)$ і $(i+1)$ межі ЗД.

Але ця формула зовсім не враховує похибки, спричинені віддаленням ЗД від осьового меридіана зони і кривизною поверхні земного еліпсоїда.

Як правило, під час визначення координат КП меж ЗД обчислюються їх плоскі прямокутні координати. У роботі [5] розглянуто можливість зменшення впливу викривлення площ у разі переходу від плоских прямокутних координат до геодезичних координат на еліпсоїді.

Слід також звернути увагу, що нині найчастіше координати КП меж ЗД визначають за результатами вимірів з використанням супутникового радіонавігаційного обладнання GPS-приймачів. У цьому методі спостережень універсальним параметром є GDOP (Geometrical Dilution of Precision) – геометричний фактор зниження точності. Цей показник відображає миттєву геометрію окремої точки і охоплює фактор тривимірного, горизонтального, вертикального позиціонування та похибки синхронізації часу на приймачі відносно супутникового. Проте координати можна прийняти з достатнім ступенем вірогідності, якщо під час виконання робіт враховується вплив іоносферного випромінювання, яке відіграє значну роль у зниженні точності. Воно змінюється в часі і залежить від положення пункту на земній поверхні [4].

Також треба зауважити, що поки що для обліку ЗД в Державному земельному кадастрі береться тільки геодезична (юридична) площа, яка не враховує особливостей рельєфу місцевості конкретної ЗД. Але в умовах горбистої або пересіченої місцевості відмінності між фізичною та геодезичною площами ЗД можуть бути значними.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Тут і надалі під геодезичною площею ЗД розумітимемо площу, що обчислена на площині проекції, а під фізичною – площу ЗД, що визначена з урахуванням особливостей рельєфу.

Актуальність проблеми. З різних причин під час геодезичних робіт виникають ситуації, коли геодезична площа ЗД не відповідає фізичній [5, 7, 8]. Основною причиною цього є наявність на ЗД значного перепаду висот. Для малих за розмірами ЗД невідповідністю між фізичною і геодезичною площами ЗД можна знехтувати (у зв'язку з її невеликими значеннями) і цілком впевнено приймати геодезичну площу ЗД для розрахунків нормативної або експертної грошової оцінки. Але для великих ЗД, які, як правило, належать до земель сільськогосподарського (особистих селянських господарств, фермерських господарств, паїв тощо) та лісового призначення, де площі становлять декілька гектарів і більше, такою невідповідністю між фізичною і геодезичною площами ЗД знехтувати не можна. Оскільки нормативна грошова оцінка обчислюється на підставі значення геодезичної площі ЗД і від неї безпосередньо залежать орендна плата і земельний податок на землю, то в таких випадках врахування невідповідності між геодезичною і фізичною площами ЗД має важливе значення.

При цьому постають питання: в яких випадках потрібно обчислювати фізичну площу ЗД, коли її потрібно враховувати і якою відмінністю між геодезичною та фізичною площами ЗД можна знехтувати? А також – як це враховувати під час обчислення нормативної або експертної грошової оцінки ЗД?

Дослідження проблеми. Для вирішення наведеної проблеми підібрано картографічні та довідкові матеріали, які дали змогу достовірно виконати дослідження і зробити правильні висновки.

Дослідження виконано для території Дніпропетровської області. Для цього відібрано вісім районів, що приблизно становить третину площі всієї області, а саме: Дніпропетровський район (навколо міст Дніпропетровська і Дніпродзержинська) та сім районів області, що межують з ним: Верхньодніпровський, Криничанський, Магдалинівський, Новомосковський, Петриківський, Синельниковський і Солонянський (рис. 1).

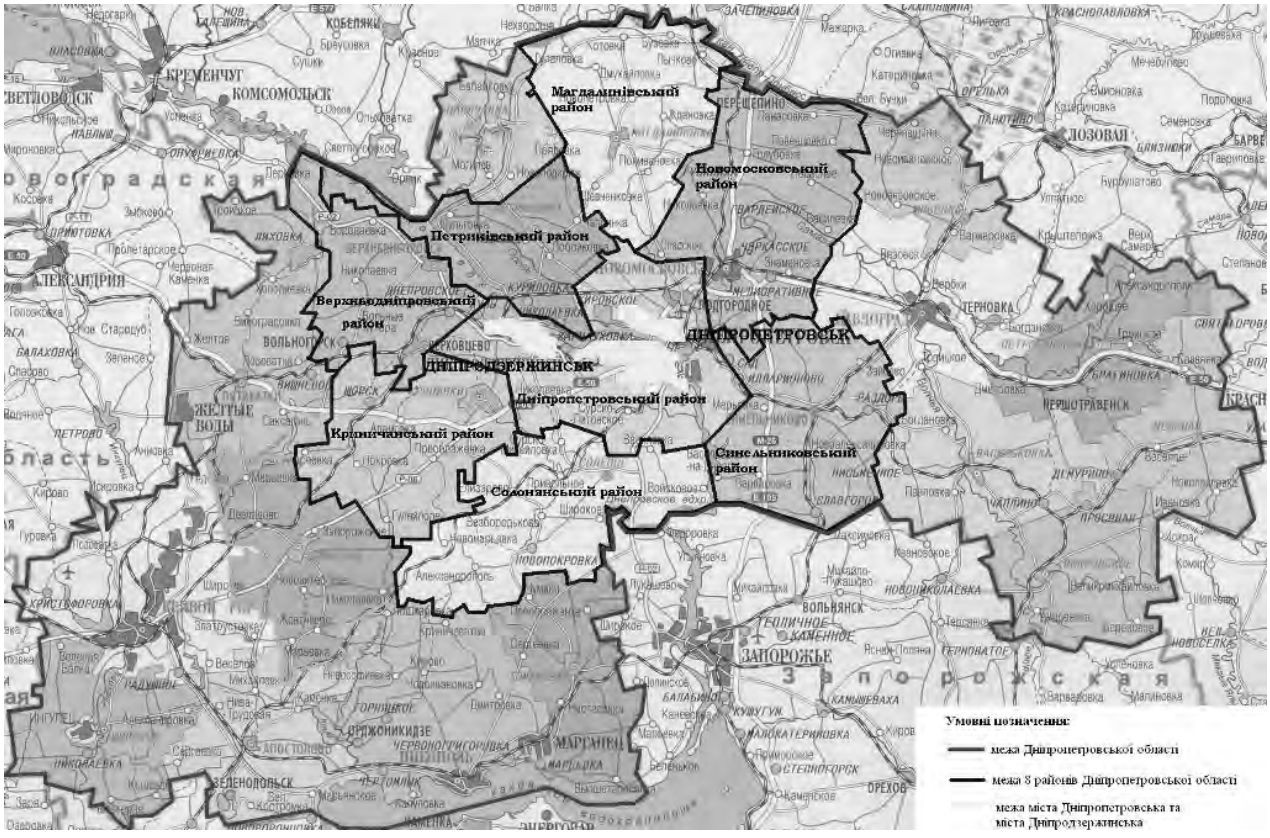

Рис. 1. Схема розташування районів Дніпропетровської області

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

У мережі Інтернет знайдено растрові зображення масштабу 1:100000 на територію України станом на 90-ті роки з висотою перерізу рельєфу 20 м [8]. Оскільки ця робота має відкритий характер, то всі розрахунки виконано в умовній системі координат і висот.

За допомогою ГІС "Panorama, ver. 10.4" здійснена векторизація елементів рельєфу місцевості території восьми районів. Створено цифрову карту і тривимірні моделі рельєфу цієї місцевості. Звернемо увагу на те, що векторизація не проводилась для гідрографічних об'єктів, обривів, ярів та інших окремих форм рельєфу, про що свідчать кінцеві результати. Для таких земель з характерними особливостями рельєфу потрібно окремо виконувати багатофакторний аналіз під час обчислення площ ЗД [9]. Також до уваги не бралась територія під містами обласного підпорядкування, районними центрами, адже дослідження стосуються великих за площею ЗД тільки під землями сільськогосподарського і лісогосподарського призначення.

Загальна характеристика рельєфу території восьми районів наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика рельєфу досліджуваних районів

№ з/п	Назва району	Висоти, м			Перепад висот, м	
		мінімальна	максимальна	середня	максимальний	середній
1	Дніпропетровський	60	175	110	115	65
2	Верхньодніпровський	60	185	130	125	65
3	Криничанський	60	180	130	120	50
4	Магдалинівський	60	185	120	125	65
5	Новомосковський	60	160	105	100	55
6	Петриківський	60	110	80	50	30
7	Синельниковський	65	180	120	115	60
8	Солонянський	70	170	120	100	50

Як видно з даних табл. 1, середні перепади висот у восьми районах Дніпропетровської області становлять 50–60 м, максимальні – понад 100 метрів. Найбільший, у середньому, перепад висот спостерігається у Дніпропетровському, Верхньодніпровському і Магдалинівському районах – 65 м. Найменший, у середньому, перепад висот у Петриківському районі – 30 м. На рис. 2 і 3 наведено тривимірні моделі рельєфу територій двох з восьми районів.

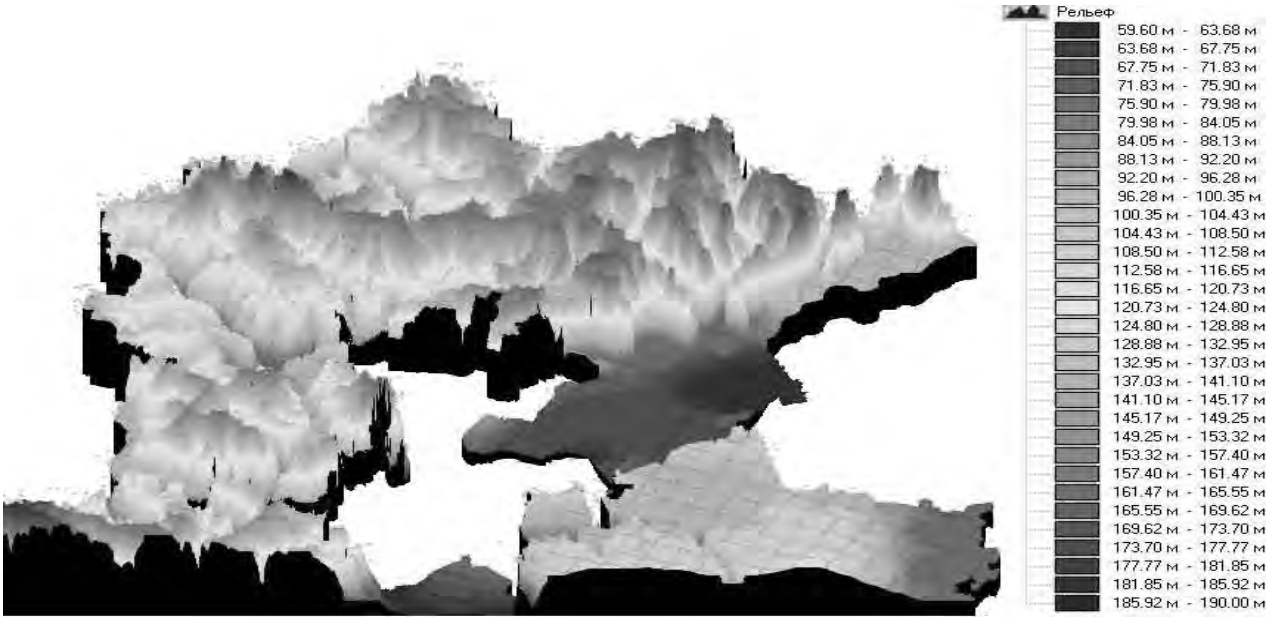

Рис. 2. Модель рельєфу Верхньодніпровського району

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

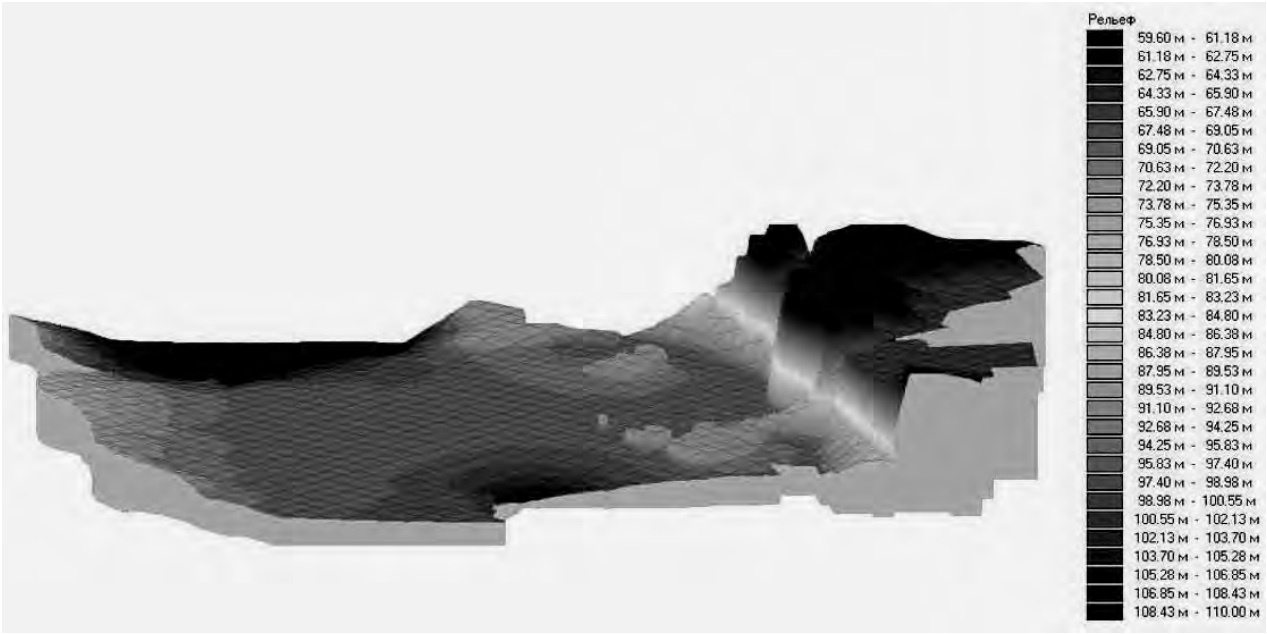

Рис. 3. Модель рельєфу Петриківського району

Після виконання розрахунків обчислено середні кути нахилу, геодезичні та фізичні площі кожного з восьми районів області, а також різниці ΔS між ними (табл. 2).

Таблиця 2

Значення середнього кута нахилу, геодезичних і фізичних площ та їх різниць для досліджуваних районів

№ з/п	Назва району	Середній кут нахилу, $\nu°$	Геодезична площа, га	Фізична площа, га	ΔS, га	%
1	Дніпропетровський	4,9	131 850	132 338	488	0,37
2	Верхньодніпровський	4,5	132 203	132 617	414	0,31
3	Криничанський	3,7	166 798	167 138	340	0,20
4	Магдалинівський	2,6	159 775	159 942	167	0,10
5	Новомосковський	3,0	203 699	203 983	284	0,14
6	Петриківський	2,9	91 928	92 045	117	0,13
7	Синельниковський	3,3	164 825	165 100	275	0,17
8	Солонянський	3,5	174 165	174 484	319	0,18
	РАЗОМ	**3,6**	**1 225 243**	**1 227 647**	**2 404**	**0,20**

Припущення, наведені на початку дослідження, підтвердились. Одержана геодезична площа кожного району практично збігається з довідковими даними, а фізична – більша за неї. Як видно з даних табл. 2, у середньому по восьми районах, відмінність (різниця) між фізичною та геодезичною площами становить 0,2 %.

З метою дослідження впливу величини кута нахилу ЗД на відмінність між фізичною і геодезичною площами ЗД значення кута нахилу фізичної поверхні ЗД змінювалось у межах від 0 до 10° з інтервалом у 1°. Значення кута нахилу в межах від 0 до 10° було взято не випадково, адже, частіше за все, саме в таких проміжках міститься середнє значення кута нахилу рельєфу місцевості. Для ЗД із середнім кутом нахилу понад 10° потрібен комплекс протиерозійних заходів, адже вони або перебувають на критичній межі, або вже деградовані [9]. За результатами розрахунків було побудовано графік (рис. 4), де по вісі ординат значення кута нахилу в градусах, по вісі абсцис – збільшення фізичної площі ЗД відносно геодезичної в процентах.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

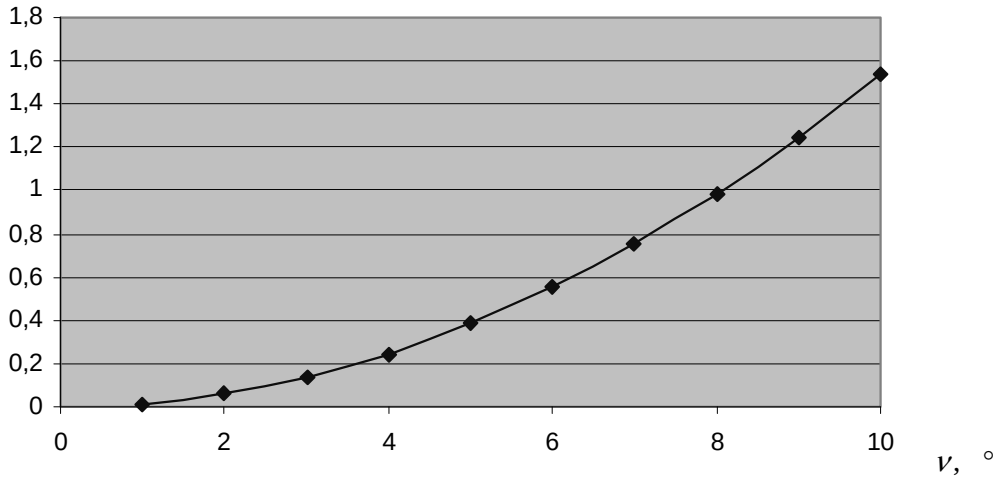

Рис. 4. Збільшення фізичної площі ЗД залежно від кута її нахилу

Згідно з рис. 4 за кута нахилу ЗД у 2° збільшення фізичної площі становить до 0,1 % або менше ніж 1/1000, при куті нахилу ЗД у 10° це збільшення становить понад 1,5 %. Якщо прийняти за допустиме значення різниці 1/1000, то при куті нахилу ЗД понад 2° необхідно враховувати збільшення фізичної площі ЗД.

Для ЗД зі значеннями геодезичної площі один, два, п'ять і десять гектарів обчислено їхні фізичні площі залежно від значення кута нахилу та відповідні різниці з геодезичною площею (табл. 3).

Таблиця 3

Різниця між фізичною і геодезичною площами ЗД залежно від кута нахилу місцевості

Кут нахилу, ν°	**Різниці між фізичною і геодезичною площами ЗД при значенні геодезичної площі, га**			
	1 га	**2 га**	**5 га**	**10 га**
1	0,0002	0,0003	0,0008	0,0015
2	0,0006	0,0012	0,0030	0,0061
3	0,0014	0,0027	0,0069	0,0137
4	0,0024	0,0049	0,0122	0,0244
5	0,0038	0,0076	0,0191	0,0382
6	0,0055	0,0110	0,0275	0,0550
7	0,0075	0,0150	0,0375	0,0751
8	0,0098	0,0197	0,0491	0,0982
9	0,0125	0,0249	0,0623	0,1246
10	0,0154	0,0309	0,0771	0,1542

Як видно з рис. 4 і даних, що наведені в табл. 3, у разі зростання значення кута відбувається збільшення фізичної площі ЗД та її різниці з геодезичною площею. Відповідно до даних табл. 2 і рис. 4 для Магдалинівського району середній кут нахилу становить близько 2,6°, а для Дніпропетровського – 4,9°, при значенні відмінності між фізичною і геодезичною площами 0,2 % для території восьми районів Дніпропетровської області середній кут нахилу – близько 3,6°.

Далі проаналізуємо вплив рельєфу місцевості на зміну вартості ЗД з урахуванням її фізичної площі (табл. 4). За розмір нормативної грошової оцінки взято середнє значення ціни 1 га земель сільськогосподарського призначення (ріллі) по Дніпропетровській області на сьогодні, що становить приблизно 10100 грн. Багаторічні насадження, пасовища та сіножаті не враховувались [9].

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Таблиця 4

Приріст нормативної грошової оцінки для заданих ЗД

Кут нахилу, ν°	Нормативна грошова оцінка 1 га, грн	Приріст нормативної грошової оцінки ЗД, грн			
		1 га	2 га	5 га	10 га
1	10100	2,02	3,03	8,08	15,15
2		6,06	12,12	30,30	61,61
3		14,14	27,27	69,69	138,37
4		24,24	49,49	123,22	246,44
5		38,38	76,76	192,91	385,82
6		55,55	111,10	277,75	556,51
7		75,75	151,50	378,75	758,51
8		98,98	198,97	495,91	992,83
9		126,25	251,49	629,23	1259,47
10		155,54	312,09	778,71	1558,43

Аналізуючи дані, що наведені в табл. 4, можна сказати, що при збільшенні значення кута нахилу ЗД також відбувається збільшення приросту нормативної грошової оцінки ЗД. Істотних значень приріст нормативної грошової оцінки ЗД набуває вже при кутах нахилу 3° і більше.

Обчислимо приріст нормативної грошової оцінки для території кожного з восьми районів Дніпропетровської області (табл. 5).

Таблиця 5

Приріст нормативної грошової оцінки з урахуванням фізичної площі досліджуваної території

№ з/п	Назва району	Геодезична площа, га	Різниця між фізичною і геодезичною площами, га	Приріст нормативної грошової оцінки, тис. грн	Приріст нормативної грошової оцінки, грн/га
1	Дніпропетровський	131 850	488	4 928,8	37,4
2	Верхньодніпровський	132 203	414	4 181,4	31,6
3	Криничанський	166 798	340	3 434,0	20,6
4	Магдалинівський	159 775	167	1 686,7	10,6
5	Новомосковський	203 699	284	2 868,4	14,1
6	Петриківський	91 928	117	1 181,7	12,9
7	Синельниковський	164 825	275	2 777,5	16,9
8	Солонянський	174 165	319	3 221,9	18,5
	РАЗОМ	**1 225 243**	**2 404**	**24 280,4**	**19,8**

Як видно з даних табл. 5, для території восьми районів Дніпропетровської області за середнього кута нахилу 3,6° цей приріст становить понад 24 млн. грн. або майже 20 грн на 1 га площі. Для Магдалинівського району (середній кут нахилу 2,6°) приріст нормативної грошової оцінки – близько 1,7 млн. грн. або майже 11 грн на 1 га, для Дніпропетровського району (середній кут нахилу 4,9°) – близько 5 млн. грн. або понад 37 грн на 1 га.

Висновки та рекомендації. На етапі виконання геодезичних робіт необхідно обчислювати не тільки планові координати точок геодезичної основи, але й їхні висоти, а потім визначати планові координати і висоти усіх характерних точок рельєфу місцевості у межах ЗД [8].

Визначаючи геодезичну площу великої ЗД, пропонується також обчислювати її фізичну площу та враховувати останню, якщо різниця між ними перевищує 0,1 % або 1/1000.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Після математичної обробки результатів польових вимірювань необхідно розрахувати кути нахилу між характерними точками за відомою формулою:

$$\nu = arctg\left(\frac{H_{\max} - H_{\min}}{d_{\max-\min}}\right),$$

де $H_{\max}$ – найбільша висотна відмітка характерної точки рельєфу, м; $H_{\min}$ – найменша висотна відмітка характерної точки рельєфу, м; $d_{\max-\min}$ – горизонтальне прокладення між характерними точками рельєфу, м,

А потім середній кут нахилу всієї ЗД.

У деяких випадках для обчислення фізичної площі ЗД можна враховувати відомості з планово-картографічного матеріалу.

Також пропонується під час виконання робіт із землеустрою у пояснювальній записці та на кадастровому плані додатково робити відмітку про значення середнього кута нахилу ЗД та її фізичної площі. Ця інформація повинна дублюватись в електронному вигляді під час передавання матеріалів у органи Державного земельного кадастру.

Відомості про значення середнього кута нахилу ЗД та її фізичну площу повинні враховуватись під час виконання землеоцінювальних робіт з визначення нормативної та експертної грошової оцінки ЗД [2].

Використання такої методики урахування значень фізичної площі сприятиме уточненню підходів до оцінки земель, надасть можливість виконувати її диференційовано, залежно від характеристики рельєфу ЗД.

Точніших результатів визначення відмінностей між фізичною і геодезичною площами ЗД та при побудові тривимірних моделей рельєфу місцевості можна досягти лише за наявності достовірного великомасштабного планово-картографічного матеріалу або за результатами великомасштабного знімання місцевості.

1. Дутчин М., Біда І., Мельниченко Г.Дослідження точності визначення площ земельних ділянок з врахуванням кількості контурних точок та їх розташування // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. праць. – Л., 2009. – Вип. I (17). – С. 301–308. 2. Закон України "Про оцінку земель" № 1378–IV від 11.12.2003 р. 3. Малашевський М.А. Аналіз методів визначення площ при проведенні кадастрових робіт // Інженерна геодезія. – 2008. – № 54. – С. 135–139. 4. Островський А.Л., Мороз О.І., Тарнавський В.Л. Геодезія: Підручник. Частина друга; за заг. ред. А.Л. Островського. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. – 564 с. 5. Радов С.Г., Косогова Е.А. К вопросу определения искажений площадей в проекции Гаусса // Інженерна геодезія. – 2006. – № 52. – С. 159–163. 6. Рябчий В.А., Рябчий В.В. Влияние ошибок округления координат углов поворотов границ земельных участков на точность определения их площадей // Інженерна геодезія. – 2003. – № 49. – С. 193–201. 7. Рябчій В.А., Рябчій В.В., Кашина Н.С. Визначення допустимої зміни площі земельної ділянки за результатами повторних геодезичних вимірів // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. праць. – Л., 2010. – Вип. I (19). – С. 103–106. 8. Рябчій В.В., Трегуб М.В. Аналіз впливу рельєфу на визначення площ великих земельних ділянок / Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції "Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та природокористуванні". – Ужгород, 2010. – С. 20–22. 9. Ступень М.Г., Гулько Р.Й., Микула О.Я. та ін. Теоретичні основи державного земельного кадастру: Навч. посібник, 2-ге видання, стереотипне. – Львів: "Новий Світ – 2000", 2006. – 336 с.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua