

УДК 528.4+528.1

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ КОСМОЗНІМАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ

К. Бурак, Л. Дорош

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Ключові слова: земельні ділянки, площа, космознімання, інтернет-ресурси.

Постановка проблеми

Останніми роками значно зріс інтерес до використання загальнодоступних безкоштовних інтернет-ресурсів матеріалів космознімання не тільки для спеціальних інженерно-геодезичних вишукувань, але навіть для землевпорядних. Проте проведені дослідження [3] показали, що точність визначення планових координат за цими матеріалами залежно від ресурсу – від 3 до 15 м, що звужує сферу їх можливого використання, зокрема і для визначення площ. Наші дослідження показали, що за рахунок спеціальної методики трансформування цих знімків з використанням можливостей програмного комплексу AutoCad точність визначення площ можна підвищити, розширивши можливості використання таких матеріалів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

На практиці великомасштабне картографування великих об'єктів під час інженерно-геодезичних вишукувань, землеоцінних робіт, географічних досліджень тощо здійснюють методом фототопографічного знімання за матеріалами аеро- і космознімання. Враховуючи технічні вимоги до точності створення топокарт і планів, космічні знімки Quick Bird з найвищою роздільністю 0,61 м вже в наш час можна використовувати для оновлення планової частини навіть основних топографічних карт і планів масштабів до 1:5 000 включно у рівнинній та 1:10000 – у горбистій та гірській місцевостях. Щодо спеціальних вишукувальних планів, то навіть загальнодоступні матеріали космознімання можуть використовуватись як растрова основа для векторизації під час створення цифрових планів масштабів навіть 1:5000. І більше, кольорові супутникові знімки GЕОЕye-1 з роздільною здатністю 0,5 м і монохромні супутникові стереопари Cartosat з роздільною здатністю 2,5 м за умови виконання планово-висотної прив'язки дають змогу створювати в середовищі OpenSceneGraph/Avango навіть 3D-реалістичні цифрові моделі. Платформа OpenSceneGraph/Avango [11] є безоплатним програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом, призначеним для розроблення додатків "віртуальної реальності" з режимом стереовізуалізації. Одержані матеріали істотно виграють, навіть у наочності, порівняно зі спеціально виконаним наземним кольоровим відеозніманням. Ще доступнішою й економічнішою є технологія створення таких матеріалів з використанням загальнодоступної інтернет-версії у

середовищі Google Earth. На відміну від аналогічних сервісів, які показують супутникові знімки в звичайному браузері (наприклад, Google Maps), у цьому сервісі використовується спеціальна клієнтська програма Google Earth, яка встановлюється на Ваш комп'ютер. З 2005 р. ця програма, яка є власністю компанії Google, загальнодоступна. Проте є можливість придбати платні версії Google Earth Plus і Google Earth Pro [12], з підвищеною роздільною здатністю роздруківок (для прикладу, в безкоштовній версії 1000 пікселів, у Pro версії – 4800 пікселів), наявністю потужних засобів презентацій, підтримкою GPS-навігації. Для візуалізації зображення використовують тривимірну модель всієї земної кулі (в абсолютних висотах). Практично вся поверхня суші покрита зображеннями з роздільною здатністю 15 м на піксел. Великі міста світу, всі міста Європи покриті зображеннями з роздільною здатністю від 0,15 м/піксел до 0,6 м на піксел. Більшість міст США – з роздільною здатністю 0,15 м/піксел. Все це зумовлює широке використання загальнодоступних безкоштовних інтернет-ресурсів, зокрема і для визначення площ. Хоча питання оцінки точності визначення площі ділянки відображені у значній кількості праць у періодичних наукових виданнях проте конкретної відповіді на питання, яка точність визначення площ за космознімками, поки що автори в літературі не знайшли. В роботі [9] стверджується, що визначене значення площі не завжди відповідає фактичному її розміру на місцевості. Те, що питання точності (Δ_F , m_F – граничної та середньоквадратичної похибки (СКП) визначення площі при встановленні меж земельної ділянки) повинно зайняти належне місце в інструктивних вимогах, свідчать публікації як у вітчизняній, так і у зарубіжній пресі [5, 6]. Величина m_F є основою для обґрунтування методики таких робіт. В зв'язку з цим використання матеріалів космознімання, зокрема і для геодезичних та землевпорядних робіт, а також економічної вигідності використання таких матеріалів, потрібно розглядати з позицій досягнення необхідної точності. Точність визначення площ можна підвищувати за рахунок прив'язки знімків і їх опрацювання за допомогою сучасних програмних засобів. У статті [3] автори, досліджуючи абсолютні значення зміщень точок у Google Maps, Yandex Maps, на Публічній кадастровій карті, отримали значення СКП визначення координат межових знаків m_m для Google Maps – 3,8 м, Yandex Maps – 15,4 м, Публічної кадастрової карти – 8,8 м. З цієї публікації можна зробити висновок, що найточнішим відкритим електронним ресурсом для визначення площ мав би слугувати Google Maps.

У [1] автори висвітлили тему використання матеріалів космознімання для створення растрової основи для векторизації і побудови цифрових планів масштабі навіть 1:2000. Автори дійшли висновку, що технологія створення таких матеріалів з використанням загальнодоступної інтернет-версії в середовищі Google Earth є вигідною. Після проведених досліджень підтверджено роздільну здатність роздруківок (отриманих за допомогою Google Earth) – 1000 пікселів (вся поверхня суші покрита зображеннями з роздільною здатністю від 0,15 м/піксел до 0,6 м на піксел).

У публікації [6] автор розглядає вплив коефіцієнта кореляції на значення середньої квадратичної похибки площ земельних ділянок. За результатами обчислень коефіцієнта кореляції, за значеннями координат точок кутів поворотів межі земельної ділянки для різних за площею і конфігурацією земельних ділянок встановлено, що на значення коефіцієнта кореляції впливатиме орієнтування земельної ділянки, взаємне розташування кутів поворотів її межі, їх скупченість і значною мірою коефіцієнт видовженості земельної ділянки. Тому точне визначення коефіцієнта кореляції, який необхідно прийняти, обчислюючи допустиму середню квадратичну похибку площі, поки що залишається неможливим.

Мета дослідження – встановлення можливостей підвищення точності визначення площ земельних ділянок за матеріалами космознімання з опрацюванням їх у AutoCad.

Виклад основного матеріалу

У дослідженнях ми використовували три загальнодоступні джерела матеріалів космознімання.

Перше джерело Google Maps. Компанія Keyhole, пізніше поглинута Google, здійснила революцію, розробивши технологію глобального доступу до космічних знімків через Інтернет. А Google зробила цю технологію доступною, надавши безкоштовний сервіс перегляду карт і знімків – Google Maps. Це набір карт, побудованих на основі безкоштовного картографічного сервісу. Служба Google пропонує зручну для користувача технологію пошуку на карті та дані про місцеві підприємства, зокрема адресу і контактну інформацію, маршрути проїзду. Можна працювати з картами в трьох варіантах відображення: фотографії з супутника, карти-схеми і гібрид перших двох карт. Підтримується пошук точки за широтою і довготою. Отримані знімки зроблені супутниками Landsat 7, GeoEye-1. Один з останніх програмних продуктів – калькулятор площ [10], зокрема і для території України, автоматично знаходить потрібне фотографічне зображення (за координатами і навіть за назвою об'єкта). Оператору достатньо вказати на ньому точки полігона, що обмежує ділянку, площа якої нас цікавить, і на екрані автоматично з'являється її значення у метрах квадратних та її інші метричні характеристики. Визначення площі будь-якої ділянки на території України займає лічені хвилини. Проте, як показали наші дослідження, значення площ визначаються з істотними помилками.

Друге джерело – Національна кадастрова система – це база даних, яка містить найновішу картографічну інформацію про всю територію України та пов'язану з нею інформацію про землі та земельні ділянки. Окрім того, це також інфраструктура, яка охоплює всю територію держави, дозволяє постійно наповнювати базу новими даними та зберігати їх.

Публічна кадастрова карта України виконує дві основні функції:

1. Перевірка наявності земельної ділянки в Державному земельному кадастрі України та відсутності помилок і невідповідностей в її відображенні.

2. Можливість надіслання електронної заяви про відсутність ділянки або помилки і невідповідності в її відображенні.

В електронних нашаруваннях публічної кадастрової карти міститься величезний обсяг інформації: цифрова карта України (ортофотоплан), кордон України, межі областей, межі районів, межі населених пунктів, індексно-кадастрові карти, земельні ділянки та їхні межі, кадастровий номер ділянки, форма власності, цільове призначення, площа, а також карта ґрунтів України.

Третє джерело інформації Yandex Maps – пошукова система, що дає змогу виконувати пошук об'єктів за адресами, вулицями міст, регіонами, країнами та організаціями, вимірювати віддалі між географічними об'єктами та прокладати автомобільні маршрути.

Ми дослідили можливість підвищення точності визначення площі з використанням матеріалів цих електронних серверів (Google Maps, зокрема калькулятора площ, Yandex Maps і Публічна карта) у важкодоступному гірському районі.

Для досліджень вибрано ділянку з чіткими контурами “Сінокіс” села Ільці Верховинського району Івано-Франківської області. Координати межових знаків цієї ділянки встановлено методом ГНСС у режимі RTK з взаємною точністю визначення положення сусідніх знаків не менше за 5 см.

Досліджували матеріали космознімання цієї ділянки, одержані з різних електронних ресурсів. Характеристики зображення для кожного ресурсу наведено на рис. 1.

Оцінку точності визначення площі за координатами для конкретної ділянки можна обчислити за формулою професора О. В. Маслова [4]:

$$m_F = \frac{m_m}{2\sqrt{2}} \sqrt{\sum_i^n S_i^2}, \quad (1)$$

де S_i – віддалі між точками полігона ($i = 1, 2, 3, \dots, n$); n – кількість точок полігона; m_m – середньоквадратична похибка визначення місцезнаходження межового знака.

Площа досліджуваної ділянки обчислена за координатами кутів повороту межі (22 точки повороту, периметр ділянки 1417 м), одержаними за результатами ГНСС вимірів, становила 66593,602 м². Точність її визначення, якщо m_m дорівнює 5 см, за формулою (1) становить 3,96 м², тому для подальших досліджень ми приймали це значення безпомилковим.

Доведемо, що точність визначення площ з використанням матеріалів космознімання можна підвищити, виконавши трансформування зображення, а не тільки покращуючи його якість і чіткість.

Відомо, що одним з вагомих чинників, які впливають на визначення площі, є якість зображення. Якісне зображення дає змогу точніше визначати координати віддешифрованих точок. Властивості зображень досліджуваної ділянки одержані з різних джерел: роздільна здатність, розмір файла, які відповідають за якісне відображення образів і чіткість, наведені на рис. 1.

Аналіз цих даних дає змогу зробити висновок, що з огляду на чіткість зображення фрагментів найкращими є зображення, отримані з Google та Yandex Maps.

Для дослідження точності визначення площ за даними різних електронних ресурсів у програмному середовищі AutoCad використовували таку методику.

Завантажували зображення. Створювали площинний об'єкт, будуючи полілінію, що обмежувала досліджувану ділянку. Далі трансформували зображення, вводючи відповідний коефіцієнт – відношення реальної віддалі чи реальної величини периметра полігона (визначеного за координатами з електронного ресурсу або визначених ГНСС безпосередньо в полі) до виміряних на моделі. Для цього спочатку вибирали дві найвіддаленіші точки ділянки і будували лінію. Далі відкривали діалогове вікно властивостей побудованої нами лінії, у якому знаходили значення довжини побудованої лінії. Обчисливши величину відношення дійсної віддалі (знайденої за відомими координатами)

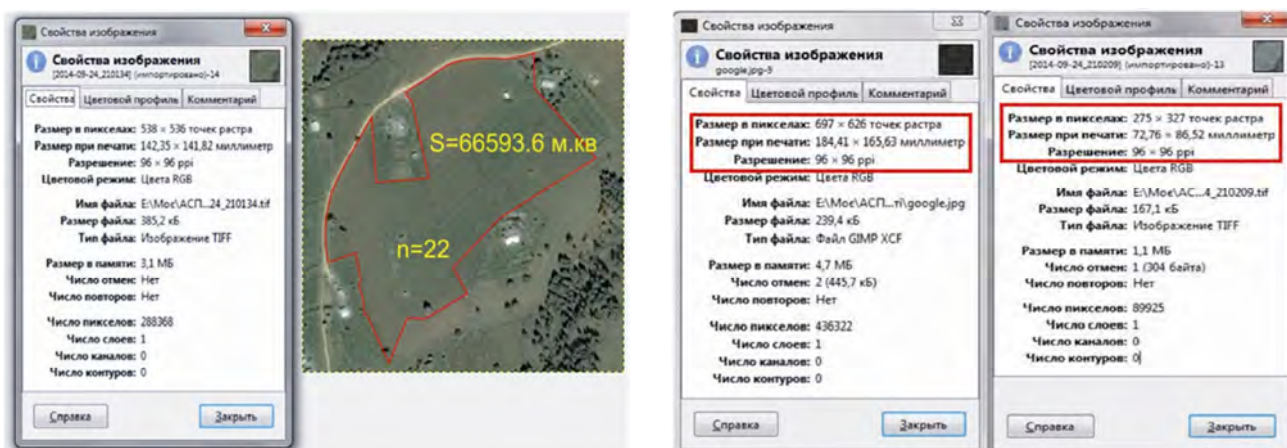
до побудованої (коефіцієнт трансформування), вводили його за допомогою інструменту “Масштаб” і за допомогою інструментів програмного середовища AutoCad отримували площу виділеної ділянки.

Далі таке трансформування виконувалося з використанням коефіцієнтів трансформування, які одержували з порівняння периметрів полігонів, які містили 3, 4 і 5 точок (межових знаків). Для кожного випадку трансформування координати зображення межових знаків на моделі визначали, проводячи вимірювання вісім раз. Результати наведено в табл. 1 (результати першого експерименту).

Така методика трансформування (з використанням дійсних значень довжин ліній) оптимальна з огляду на можливість їх вимірювання на місцевості за допомогою електронних рулеток.

Також проведено дослідження визначення площі цієї ділянки, коли коефіцієнт трансформування обчислювали не за даними польової прив'язки точок межі, а за координатами, визначеними безпосередньо в електронному джерелі (результати досліджень наведені також у табл. 1 – результати другого експерименту).

Результати встановлення точності визначення площ для кожного з джерел зображено на рис. 2 і 3, зокрема за допомогою ліній поліноміального тренду (графіки побудовано за результатами, наведеними у табл. 3, 4).



а

б

в

Рис. 1. Властивості зображення ділянки сінокошу
а – Yandex Maps; б – Google Maps; в – Публічна кадастрова карта

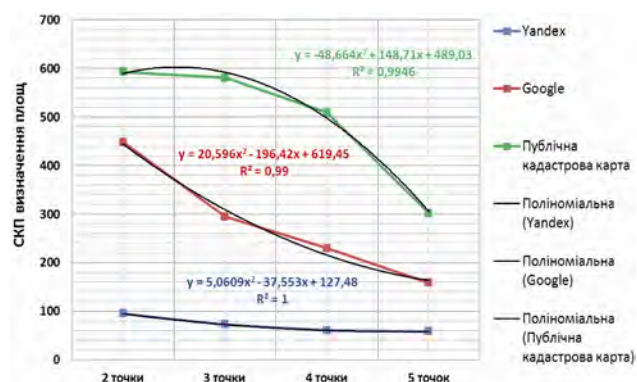


Рис. 2. Графік залежності точності визначення площі від кількості трансформаційних точок (для ділянки “Сінокіс” за результатами першого експерименту)

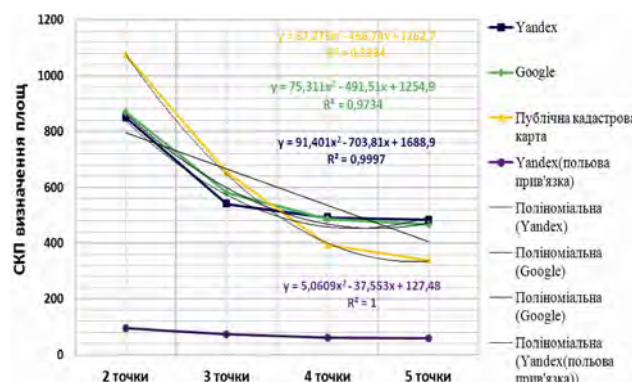


Рис. 3. Графік залежності точності визначення площі для ділянки “Сінокіс” для другого експерименту

Оцінка надійності лінії тренду виконана за показником значущості – R^2 . Що більше значення цього показника, то достовірніша лінія тренду. Відомо, що для розподілів, близьких до нормальних, статистичні гіпотези щодо середнього значення випадкової величини перевіряють на підставі критерію Стьюдента (t -критерію) [5], [8].

$$t = \frac{\bar{X}}{\sigma_X}, \quad t < t_{\text{таб}}, \quad (2)$$

де \bar{X} – середнє значення випадкової величини у вибірці; σ_X – середня квадратична помилка випадкової величини X .

Виконана нами перевірка вибірок, які отримані за результатами визначення площі з усіх трьох джерел, показала, що вони підлягають нормальному закону розподілу (відповідні значення критеріїв Стьюдента наведені в табл. 2). Це дає нам змогу зробити

висновок, що, збільшуючи кількість вимірів, ми досягаємо підвищення точності й що для визначення СКП визначення площі m_F можна використовувати формулу Гауса:

$$m_F = \sqrt{\sum \frac{\Delta_i^2}{n}} \quad (3)$$

$$\Delta_i^2 = l_i - x, \quad (4)$$

Δ_i^2 – різниця між вимірним (l_i) і дійсним (x) значенням; n – кількість вимірювань, у цьому випадку 8.

І для визначення її надійності M

$$M = \frac{m_F}{\sqrt{n}}. \quad (5)$$

Результати наведено у табл. 3 і 4.

Таблиця 1

Результати оцінки точності визначення площі ділянки за допомогою програмного забезпечення AutoCad

Ділянка	Істинне значення площі, кв. м	Кількість трансформційних точок	Дослідження перше			Дослідження друге		
			Отримане значення площі, кв. м Google	Отримане значення площі, кв. м Яндекс	Отримане значення площі, кв.м Публічна кадастрова карта	Отримане значення площі, кв. м Google	Отримане значення площі, кв. м Яндекс	Отримане значення площі, кв. м Публічна кадастрова карта
Сінокіс	66593,6	дві точки	64642,585	66929,313	67033,977	64063,2399	64322,8823	65549,6449
			65370,332	66689,132	67924,587	64043,8046	64051,7999	72291,1848
			65449,573	66813,692	67165,872	64080,2619	64277,2548	71954,5141
			65324,819	66441,007	65323,226	63853,0026	64021,7158	65450,8268
			65315,342	67051,887	66612,857	64230,5892	64041,1815	64589,8996
			65352,453	66814,733	62565,959	64382,3219	64112,8875	65147,6052
			65767,969	66834,037	66191,475	64372,6143	64380,7043	64627,9756
		65704,194	66852,895	65107,807	64104,1055	64347,1951	66064,0356	
		65573,109	66424,729	65672,813	64824,4427	65021,7312	68259,9322	
		65757,623	66860,705	65943,103	64647,4796	65140,1805	68946,5024	
		65698,748	66709,272	62525,066	64775,3334	64869,2677	68001,3707	
		65525,578	66932,486	65225,274	65418,4437	65219,8799	68166,9123	
		66139,586	66746,311	65765,677	64951,6665	64897,699	68273,0584	
		65859,056	66793,122	66840,052	65102,925	65094,6121	67886,1429	
		65754,603	66748,742	65591,395	65078,6926	65174,288	68858,8468	
		65941,217	66445,495	66267,484	64928,7159	65148,3333	68824,1542	
		65676,178	66766,644	65811,588	64990,7691	64957,5983	65478,9921	
		65890,544	66635,258	66220,304	65360,0161	65497,6006	65267,8481	
		67402,208	66852,223	65960,496	65018,3003	65016,507	65688,3709	
		65931,727	66764,344	64216,836	65237,6685	65097,1023	65130,454	
		66146,276	66798,379	65318,076	65162,9421	65386,723	65486,4533	
		66072,268	66675,034	65515,836	65556,3244	65305,6014	65567,5623	
		66169,577	66748,016	64426,222	65242,8447	65343,9017	65549,911	
		66043,168	66776,092	65086,064	65281,1849	65124,0667	65843,999	
		66000,824	66759,024	64523,297	65252,4993	65220,6231	65600,3534	
		66213,632	66670,072	66207,17	65336,7394	65195,9609	65550,0499	
		66196,472	66728,46	66293,448	65228,1271	65254,455	65677,4187	
		66107,537	66907,389	66109,103	65445,2985	65301,3947	65983,4986	
		66974,845	66729,936	65789,245	65293,4435	65201,8497	65577,8731	
		66324,056	66765,257	66417,346	65386,7342	65237,2898	65486,9902	
		66038,308	66664,064	66352,771	65139,1168	65214,5362	65543,8714	
		66154,957	66712,503	66029,287	65147,7552	65200,7861	65765,3698	

Таблиця 2

Отримані значення критерію Стьюдента

Ділянка	Джерело отриманих зображень	<i>t</i> факт	<	<i>t</i> табл
Сінокіс	Google	6,291	<	9,3484
	Яндекс	6,2		
	ПКК	9,994		

Таблиця 3

Отримані значення СКП визначення площі (перший експеримент)

Кількість трансформційних точок	Електронне джерело					
	Google Maps		Yandex Maps		Публічна кадастрова карта	
	<i>m_F</i> , м ²	<i>M</i> , м ²	<i>m</i> , м ²	<i>M</i> , м ²	<i>m</i> , м ²	<i>M</i> , м ²
2 точки	1268,3	448,41	268,68164	94,993306	1676,9903	592,9056
3 точки	833,44	294,66	205,30964	72,58792	1641,3896	580,31884
4 точки	650,24	229,9	170,81696	60,392917	1438,7273	508,66692
5 точок	448,4	158,53	164,70269	58,231193	852,5573	301,42452

Таблиця 4

Отримані значення СКП з визначення площі (другий експеримент)

Кількість трансформційних точок	Електронне джерело					
	Google Maps		Yandex Maps		Публічна кадастрова карта	
	<i>m</i> , м ²	<i>M</i> , м ²	<i>m</i> , м ²	<i>M</i> , м ²	<i>m</i> , м ²	<i>M</i> , м ²
2 точки	2458	869,05	2403,4	849,72	3038,2	1074,182
3 точки	1642,8	580,8	1527,7	540,11	1849,6	653,9286
4 точки	1373	485,42	1389,3	491,19	1111,9	393,1037
5 точок	1318,8	466,27	1365,6	482,83	957,3	338,456

Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки.

1. Результати, подані в табл. 3 і 4, певною мірою підтверджують дані про точність визначення координат за матеріалами космознімання, наведені в роботі [3]. Справді, з використанням даних про *m_m* наведених в цій роботі, за формулою (1) одержимо такі значення *m_F*:

Google Maps – 301,028 м².

Yandex Maps – 1219,956 м².

Публічна кадастрова карта – 697,118 м², що, за винятком Google Maps, відповідає даним про точність визначення площ, які ми одержали.

2. Трансформування знімків за рекомендованою у статті методикою дає змогу в два–три рази підвищити точність визначення площ ділянок сільськогосподарських угідь з чіткими контурами.

Так, для досліджуваної нами ділянки точність визначення площі після трансформування становила для електронного ресурсу Google 448±158 м², або 0,7 %, а для Yandex Maps навіть 165±58 м², або 0,2 %, а за дослідженнями, виконаними з використанням калькулятора площ [10] і без даних польових вимірів довжин сторін, дорівнювала 1800 м², або 3 %.

3. Незважаючи на те, яким способом знайдено коефіцієнт трансформування (за допомогою польової прив'язки чи безпосередньо з електронного ресурсу), похибка визначення площі земельної ділянки зменшується зі збільшенням кількості точок прив'язки, хоча в останньому випадку дуже незначно.

4. Для польової прив'язки, на нашу думку, оптимальним є вимірювання довжин ліній електронною

рулеткою, зважаючи на її габарити та характеристики точності. Кількість вимірних ліній залежить від точності, з якою необхідно одержати значення площі, тому поліноміальні рівняння (наведені на рис. 3 і 4) дають змогу вибрати оптимальну методику опрацювання матеріалів та їх польової прив'язки залежно від точності визначення площі, яка вимагається.

5. Одержані результати вказують на перспективність використання наведеної в статті методики навіть і під час виконання землевпорядних робіт, причому не тільки для визначення площ природних територій, які особливо охороняються, земель лісового фонду, земель водного фонду, земель запасу, але навіть земель сільськогосподарського призначення площею понад 100 га. І навіть більше, для того, щоб за формулою (1) одержати значення *m_F* = 165 м², як в нашому експерименті для досліджуваної ділянки, величина *m_m* повинна дорівнювати 2 м. Враховуючи, що Інструкція [7] вимагає, щоб середня квадратична похибка встановлення місцезнаходження межового знака відносно ближчих пунктів геодезичної основи не перевищувала 2,5 м, можна зробити висновок, що для нашого експерименту використання відкритого ресурсу Yandex Maps забезпечило достатню точність, яка вимагається для вимірювання площ угідь і від 10 до 100 га. Звичайно, при цьому треба звертати увагу на час виконання космознімання.

6. Враховуючи недостатню вивченість питання для ділянок, розміщених у різних природних умовах, і те, що, наприклад, в нашому експерименті найкращі результати забезпечило використання Jandex ресурсу, а це певною мірою розходиться з даними інших досліджень, поки що можна рекомендувати для

визначення площ методику з використанням тестової ділянки з відомою площею (аналогічну описанам у статті дослідженням). Одержані значення точності за різної кількості точок трансформування на цій ділянці можна використовувати для визначення площ інших, розміщених на цьому космоснімку, площ.

Література

1. Баран П. І. Про використання космічних знімків для кадастру земель та великомасштабного картографування / Баран П. І., Міцкевич Н. А., Олексій І. І., Примак Л. В., Примак О. В., Сулима В. О., Сушко В. Г. // Вісник геодезії і кратографії. – 2006. – № 6. – С. 31–37.
2. Деякі дослідження впливу коефіцієнта кореляції координат при обчисленні середніх квадратичних похибок площ земельних ділянок [Текст] / В. А. Рябчій, В. В. Рябчій, М. Трегуб, А. Совгіренко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів. – 2014. – № I(27). – С. 73–78.
3. До питань публічної кадастрової карти [Текст] / Л. Перович, І. Перович, О. Пашко // XVIII Міжнародний науково-технічний симпозиум “Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GNSS- і GPS-технології”, 10–15 вересня 2013 р., Алушта (Крим, Україна): зб. матеріалів. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – С. 46–49.
4. Мармоза А. Т. Теорія статистики [Текст] / А. Т. Мармоза – 2-ге вид. та доп. – К.: Центр учбової літератури, 2013. – 592 с.
5. Маслов А. В. Геодезія: учеб. пособие для вузов / Маслов А. В., Гордеев А. В., Батраков Ю. Г. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1980. – 616 с.
6. Неумывакин Ю. К. О точности определения положения межевых знаков / Неумывакин Ю. К., Мохаммед М. А. // Геодезия и картография. – 1993. – № 9. – С. 46–48.
7. Про затвердження Інструкції про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками. Наказ ДКУ із земельних ресурсів. 18.05.2010 р. № 376.
8. Райтер П. М. Сучасні методи опрацювання інформації в інженерних дисциплінах: лабораторний практикум / П. М. Райтер. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 71 с.
9. Точність визначення положення меж та площ земельних ділянок для інвентаризації земель населених пунктів [текст] / С. Л. Петров, А. Л. Церклевич // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – Вип. 75. – С. 62–67.
10. www.3planeta.com. Електронні карти Google для вимірювання площ.
11. www.avango.org/wiki/Introduction;alex-bobkov.livejournal.com/41597.html
12. hdfsfile.ru/3109-google-planeta-zemlya-pro.html

Дослідження можливостей використання матеріалів космоснімання для визначення площ

К. Бурак, Л. Дорош

Наведено результати досліджень точності визначення площі земельної ділянки з використанням матеріалів космоснімання, одержаних з трьох джерел: Google Maps, Yandex Maps та Публічної кадастрової карти України в програмному середовищі AutoCad. Для підвищення точності запропоновано використовувати масштабування побудованого зображення та його методику.

Исследование возможностей использования материалов космосъемки для определения площадей

К. Бурак, Л. Дорош

Приведены результаты исследований точности определения площади земельного участка с использованием материалов космосъемки, полученных из трех источников: Google Maps, Yandex Maps и Публичной кадастровой карты Украины в программной среде AutoCad. Для повышения точности предложено использовать масштабирование построенного изображения и его методику.

The investigation of possibility of using the materials of aerospace survey for identifying areas

K. Burak, L. Dorosh

In the article there is conducted research results of accuracy determining the area of land plots using space survey materials derived from three sources: Google Maps, Yandex Maps and Public cadastral map of Ukraine in the AutoCad software. To improve the accuracy it is proposed to use zoom of constructed image and its methodology.

