

отмечаются проблемы достижения требуемой точности открытых данных именно для обеспечения топографического картографирования.

Ключевые слова: топографическое картографирование, геопространственные данные, открытые геопространственные данные, метод краудсорсинга.

N. Yu. Lazorenko-Hevel

EUROSDR AND EUROGEOGRAPHICS INITIATIVES BY THE USE OF MODERN METHODS OF GEOSPATIAL DATA COLLECTION FOR TOPOGRAPHIC CARTOGRAPHY

The article deals with the initiatives of European organizations EuroSDR and Eurogeographics in the use of open data collected by the method of crowdsourcing. It is noted that the level of open geospatial data development, including such well-known projects as OpenStreetMap, GeoNames, Geo-wiki, Ushahidi, and others, allows us to raise the question of the possibility of their use in topographic mapping. The main advantages of these geographic information resources are availability and relevance of geospatial data. Data updates are provided by mass volunteers using geocoding with mobile devices. The open data can be used as a component of a permanent system of geoinformation terrain monitoring and geospatial data updating. The peculiarities of various open geospatial data projects are considered and achievement problems of the required open data accuracy are noted precisely for ensuring topographic mapping.

Key words: topographic mapping, geospatial data, open geospatial data, method of crowdsourcing.

Надійшла до редакції

02.05.2017

УДК 528.31

Т.В. Гуцул, асист.

О.В. Писаренко, магістр

кафедра геодезії, картографії та управління територіями
Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

МОЖЛИВОСТІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ В ДОСЛІДЖЕННЯХ СТАНУ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ДЛЯ ПОТРЕБ ДОРОЖНЬОЇ ГАЛУЗІ

У статті досліджено стан геодезичного забезпечення території України, розрахованого на основі порівняння двох методів геоінформаційного аналізу – просторового аналізу за допомогою побудови буферних зон радіусів кругів нормативно встановлених розмірів та зонування території полігонами Тиссена – Вороного. Виконано оцінку геодезичного забезпечення регіонів України за кожним з методів. В результаті порівняльного аналізу доведено ефективність

використання методу полігонів Тиссена – Вороного під час оцінки стану геодезичного забезпечення та можливостей його подальшого розвитку практично для всієї території України. Виявлено, що поєднання обох методів дасть змогу з більшою ефективністю використовувати наявні пункти ДГМ та обґрунтовувати розміщення геодезичних пунктів, потрібних для розвитку мережі.

Ключові слова: геодезичне забезпечення, ГІС, державна геодезична мережа України, метод буферних зон, метод полігонів Тиссена – Вороного.

Вступ. Сучасне геодезичне забезпечення та картографічне виробництво у розвинутих державах є одним з пріоритетних у створенні національних геоінформаційних ресурсів, які збирають, зберігають, оновлюють та надають численним користувачам для багатогалузевого використання під безпосереднім керівництвом спеціального уповноваженого центрального органу виконавчої влади.

Огляд останніх публікацій переконливо засвідчує, що наявна кількість пунктів Державної геодезичної мережі (ДГМ) в Україні не завжди дає можливість використовувати їх для контролю й оцінювання точності вимірів під час створення знімальних основ для великомасштабних знімань [1].

Окрім того, забезпеченість топографічними продуктами, яка безпосередньо залежить від компонента геодезичної основи, є незадовільною. Недотримання термінів, визначених «Основними положеннями створення та оновлення топографічних карт на територію України», призвело до старіння більш ніж на 15 років і невідповідності сучасному стану місцевості майже 70% топографічних карт усіх масштабів [2]. Автори публікації [3] зазначають, що неоднорідними за віком є вихідні картографічні матеріали базового масштабу 1:10 000 не тільки на окремі регіони, а й навіть на території одного району, що гальмує розвиток геоінформаційних проектів. Досвід створення проектів засвідчує, що основні витрати пов'язані саме із збором достовірних даних та підтриманням їх в актуальному стані.

Реалізація проектних рішень щодо проходження автомобільних шляхів передбачає вилучення земельних ділянок. Подальша ефективна експлуатація доріг, зокрема місцевого значення, потребує інвентаризації та виготовлення документації [4]. Все це, згідно із затвердженим порядком, зумовлює використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 [5]. Однак під час будівництва та ремонту об'єктів дорожньої мережі досі використовується умовна система координат. Наразі виконання геодезичних робіт з використанням різних просторових систем координат не лише спричинює надлишкові вартісні вимірювання, а й ускладнює зведення одержаних даних до профільних наборів у перспективі.

Аналіз досліджень і публікацій. Геоінформаційні системи і технології стали переконливою альтернативою традиційним засобам картографічного моделювання геосистем, оскільки для комплексного моделювання найскладніших просторових об'єктів та явищ у сучасних ГІС застосовується увесь арсенал числових методів та потужних програмних засобів комп'ютерної обробки,

просторово-часового моделювання, накопичення, поширення і візуалізації інформації, зокрема з використанням глобальних інформаційних систем [6].

Нині геоінформаційний аналіз – звична технологія оцінювання розподілу геопросторових об'єктів. Наприклад, дослідження просторового розподілу пунктів геодезичної мережі здійснено Ю. О. Карпінським та Ю. А. Стопхаєм [7].

Фахівцями Науково-дослідного інституту геодезії і картографії 2 січня 2013 р. створено новий геоінформаційний онлайн-ресурс – геопортал Державної геодезичної мережі (далі – геопортал ДГМ): <http://dgm.gki.com.ua>. Інформаційні ресурси геопорталу складаються з бази метаданих про пункти ДГМ, відомостей з банку геодезичних даних України, цифрових та електронних карт, космічних знімків території країни [8].

З 14 травня 2015 р. відкрито другу версію геопорталу «Державна геодезична мережа України». В результаті не тільки розширено функціональні можливості, а й збільшено кількість вихідних даних щодо пунктів ДГМ, що, безперечно, створює передумови для їх подальшого аналізу [9].

Слід зазначити, що одну з методик оцінки можливості створення топографічних карт і планів запропоновано й апробовано С.М. Білокриницьким в дослідженнях топографо-геодезичного забезпечення території Чернівецької області [10; 11].

Постановка завдання. Використовуючи відкриті вихідні дані щодо просторового положення пунктів ДГМ засобами ГІС-технологій, здійснити оцінку топографо-геодезичного забезпечення шляхом порівняння двох методик. Перша методика полягає у побудові радіусів кіл навколо геодезичних пунктів (*буферних зон заданого розміру*) відповідно до нормативних вимог. Друга методика передбачає побудову багатокутників навколо точкових об'єктів мережі ДГМ таким чином, що для будь-якої позиції в межах полігонів відстань до центрального точкового об'єкта завжди менша, ніж до будь-якого іншого об'єкта мережі, що розглядається (*полігонів Тиссена – Воронного*).

Основна частина. Вихідними даними послужили відомості складової частини національної інфраструктури геопросторових даних – геопорталу ДГМ. Використання доступних на сайті інструментів вибору дало змогу пофрагментно зібрати відомості щодо назв та індексів пунктів. Слід зазначити, що поле індексів при цьому було унікальним.

Скопійовані дані переміщено в середовище табличного процесора MS Excel 2007, де формувався єдиний каталог. Оскільки копіювання здійснювалося з позовжнім та поперечним перекриттям, то це призводило до появи повторень. Дотриманню унікальності значень в середовищі табличного процесора сприяла функція видалення дублів.

Для подальшого збору та систематизації атрибутивної інформації застосовано принцип роботи парсера, що полягає у зчитуванні раніше сформованого табличного файлу з унікальними індексами та завантаженні ідентичних url-адрес web-сторінок. Надалі в автоматичному режимі здійснювався пошук html-елементів синтаксису і їх порівняння з потрібними даними. Результат запиту записано у вигляді стрічки даних до файлу *.csv формату.

Таким чином, у вигляді *.csv файла одержано інформацію щодо 21 448 пунктів ДГМ. Хоча загальна кількість унікальних значень на сайті становить 26 026, проте на частину території Донецької, Луганської областей та всю Автономну Республіку Крим з міркувань безпеки у наданні інформації відмовлено. З-поміж усієї множини відповідно до Порядку побудови державної геодезичної мережі значень відібрано 15 127 точок, що відповідають пунктам геодезичної планової мережі 1-3 класу. Одержані дані можна інтегрувати у будь-яку ГІС у вигляді таблиці. Побудову точкових об'єктів виконаємо за наявними в ній координатами (прямокутними або географічними) [12].

Картографічною основою дослідження став попередньо створений набір геопросторових даних, що складався з двох полігональних шарів: «адміністративно-територіальні одиниці України» та «адміністративно-територіальні одиниці тимчасово окупованих територій України». Такий розподіл зумовлено браком вихідних даних на окупованій території і, як наслідок, прагненням запобігти виникненню диспропорцій в аналізі та подальшій інтерпретації результатів [13; 14].

Реалізація першого методу спиралася на те, що густина геодезичних пунктів розглядається як кола (буферні зони), створені навколо геодезичних пунктів. Величина площі таких кіл має бути відповідною нормативним вимогам. Для геодезичного забезпечення топографічної зйомки встановлено такі норми щільності пунктів та реперів ДГМ для зйомок:

- а) у масштабі 1:25 000 і 1:10 000 – 1 пункт на 30 км² і 1 репер на трапецію масштабу 1:10 000;
- б) у масштабі 1: 5 000 – 1 пункт на 20-30 км² і 1 репер на 10-15 км²;
- в) у масштабі 1: 2 000 і більше – 1 пункт на 5-15 км² і 1 репер на 5-7 км²;
- г) на забудованих територіях щільність пунктів державної геодезичної мережі повинна бути не меншою, ніж 1 пункт на 5 км² [15].

У цій методиці використовують формулу площі кола. Оскільки площа є величиною заданою, можна визначити значення радіуса. Звідси отримаємо:

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}. \quad (1)$$

Обчислені розміри радіусів кіл для топографічних карт і планів масштабного ряду 1:25 000 – 1:2 000 наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Значення радіусів кіл для топографічних карт і планів масштабного ряду 1:25 000 – 1:2 000

Масштаб	Площа S, км ²	Радіус R, км
1:10 000 – 1:25 000	30	3,10
1:5 000	20	2,52
1:2 000	15	2,19

Застосовуючи цю методику, потрібно використати основу з розміщеними на ній геодезичними пунктами. Від пунктів ДГМ нанесемо визначені радіуси зазначених кіл. В результаті одержимо схематичне зображення (рис. 1), на якому буде позначено перетин радіусів кіл, проведених з відповідних центрів

геодезичних пунктів. На схемі можливе утворення «білих плям», тобто місць, що не перекриваються радіусами відповідних кіл. Такі «білі плями» свідчать про те, що топографічні карти (плани) того чи іншого масштабу створити на задану ділянку неможливо без порушення нормативних вимог.

Із загальної площі регіону вилучено площі «білих плям» й одержану величину переведено у відносний показник і зазначено в загальній таблиці (табл. 2).

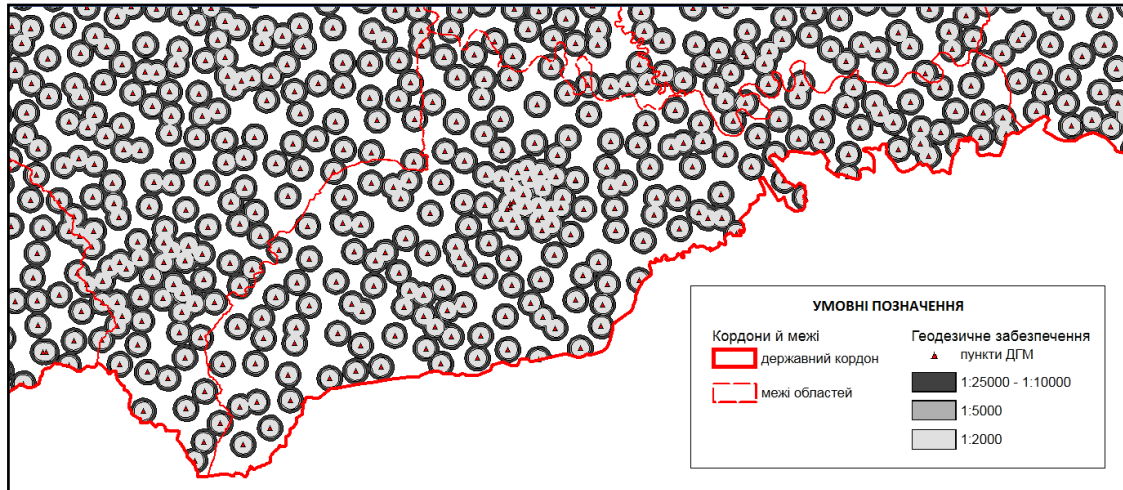


Рис. 1. Схематичне зображення геодезичного забезпечення за методом побудови буферних зон

Застосування другого методу зумовлювало побудову полігонів Тиссена – Вороного. Практично це означає поділ території на сукупність районів для визначення просторових асоціацій та взаємодій. Такий вид аналізу широко використовують для розподілу поверхні на підставі визначених користувачем критеріїв й атрибутів.

Слід зауважити, що карта, побудована із застосуванням цього методу просторового розподілу досліджуваної змінної, зазнає розриву безперервності на межах полігонів, що зазвичай суперечить дійсності. До того ж характер змодельованого просторового розподілу значною мірою залежить від просторового розміщення вузлів мережі.

У зв'язку з цим метод рекомендується для інтерполяції точкових значень за таких умов:

- а) відносно невеликий діапазон змін досліджуваної змінної (розміщення пунктів ДГМ – статичне);
- б) просторова однорідність умов формування її поля (вимоги до просторового розміщення пунктів визначено нормативно).

Побудова полігонів (рис. 2) та подальший аналіз мережі виконано в середовищі ГІС MapInfo Pro 15. Географічний оператор Contains дав змогу враховувати лише ті полігони в межах регіону, які містять пункт ДГМ. Полігонам поверталось значення площі. Від значення загальної площі вилучено нормативні значення площ, передбачені для різних масштабів. На підставі SQL-запитів із сформованих значень відібрано повністю відповідні умові. Загальна кількість пунктів, полігони яких перевищують допустимо встановлену площу, помножено

на одне з нормативних значень і додано до попередньо одержаної площі. Таким чином, була визначена загальна площа геодезичного забезпечення для території, яку переведено у відносний показник та зазначено в табл. 2.

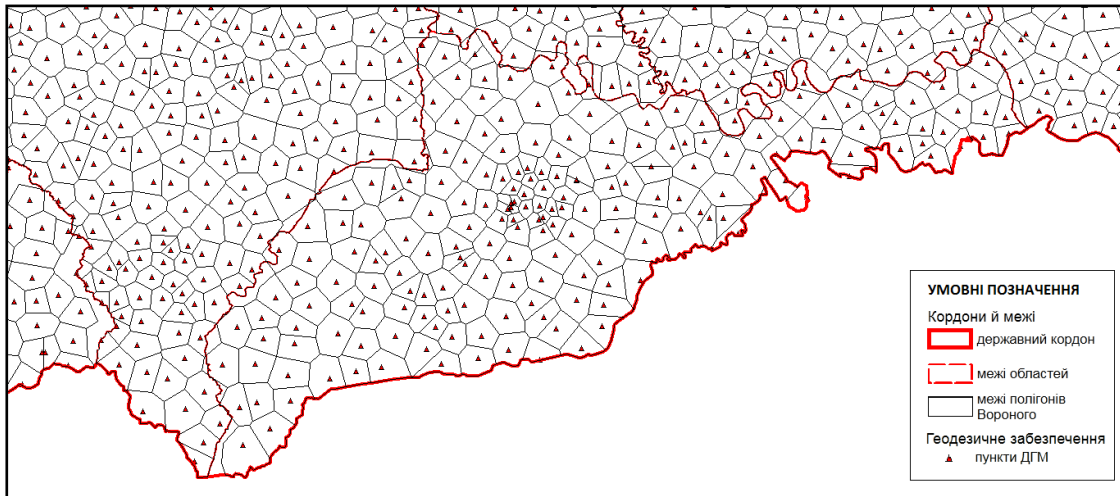


Рис. 2. Схематичне зображення геодезичного забезпечення за методом Тиссена – Вороного

По суті, буферні зони, які утворюються навколо кожного із пунктів ДГМ у вигляді полігона, – це максимально ефективні зони для виконання топографо-геодезичних робіт за його допомогою. Окрім того, якщо на одержані полігони Тиссена – Вороного накласти побудовані кола різних радіусів (рис. 3), то можна виявити закономірність: у місцях «білих плям» перетинаються межі кількох полігонів, що відкриває перспективу моделювати розвиток мережі пунктами 1-3 класів.

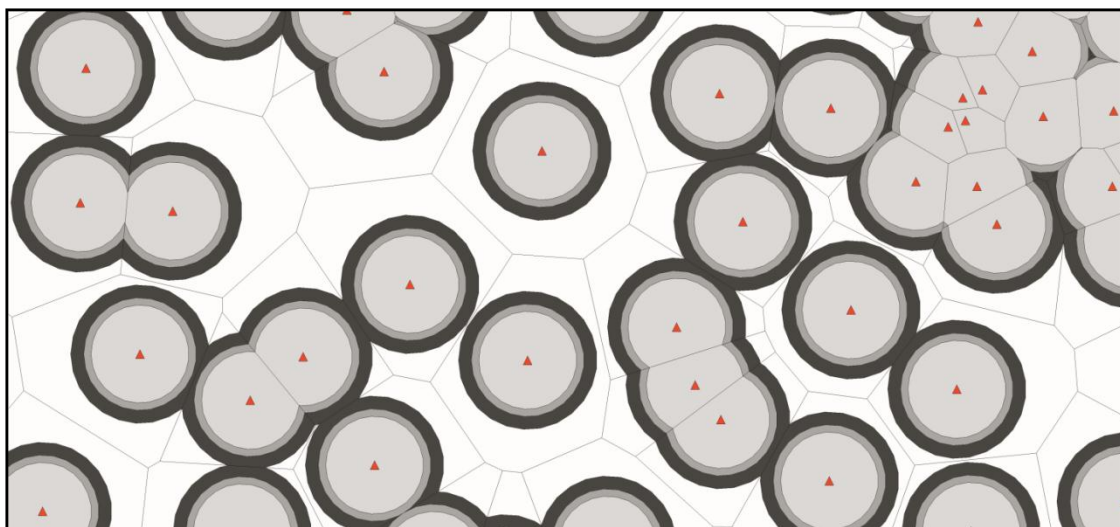


Рис. 3. Можливість моделювання просторового розміщення майбутніх пунктів

Зрозуміло, що для об’єктивного загального порівняння одержаних у табл. 2 результатів слід було використати узагальнений рейтинговий показник. Пропонований розрахунок полягав у використанні ваг різних значень. Вага встановлювалася за принципом розграфлення картографічних творів. В досліджуваному масштабному ряді найбільшим за змістом і точністю є масштаб

1:2 000. Отже, дев'ять аркушів масштабу 1:2 000 становлять один аркуш масштабу 1:5 000, а чотири аркуші плану 1:5 000 формують топографічну карту 1:10 000. Крім того, слід зазначити, що з крупніших масштабів шляхом генералізації завжди можна отримати дрібніші. Таким чином, одержимо формулу:

$$r = x_1 + \frac{x_2}{9} + \frac{x_3}{4}, \quad (2)$$

де r – загальне рейтингове значення; x_1 – величина значення за масштабом 1:2000; x_2 – величина значення за масштабом 1:5 000; x_3 – величина значення за масштабом 1:10 000-1:25 000.

Оскільки кожне із відносних значень не може перевищувати 100%, то можна розрахувати максимально можливе значення рейтингу, підставивши відповідні значення до формули (2). Розраховані значення для зручності виражатимемо також у відносному показнику.

Таблиця 2

**Оцінка геодезичного забезпечення регіонів України
за допомогою побудови буферних зон різних розмірів**

Регіон	Загальна площа регіону, км ²	% території з можливістю геодезичного забезпечення для різних масштабів без порушення нормативних вимог за різними методами:						Загальна рейтингова оцінка геодезичного забезпечення	
		І метод буферних зон			ІІ метод полігонів Тиссена – Вороного			І метод	ІІ метод
		1:10000 1:25000	1:5000	1:2000	1:10000 1:25000	1:5000	1:2000		
АР Крим ¹	26081	–	–	–	–	–	–	–	–
Вінницька обл.	26513	63,89	45,72	35,46	69,12	48,65	36,79	41,52	43,70
Волинська обл.	20144	60,60	43,62	33,85	66,36	46,19	34,83	39,56	41,55
Дніпропетровська обл.	31974	68,20	50,03	39,11	75,15	53,99	41,11	45,34	48,41
Донецька обл. ²	18366	74,03	54,91	43,59	79,60	59,57	46,21	50,11	53,43
Житомирська обл.	29832	63,25	44,86	34,63	68,48	47,49	35,93	40,72	42,85
Закарпатська обл.	12777	71,91	41,87	32,20	63,83	43,65	32,89	40,28	39,45
Запорізька обл.	27180	74,64	57,99	46,87	83,77	65,66	51,47	52,88	58,56
Івано-Франківська обл.	13928	65,97	47,75	37,29	73,40	52,07	39,71	43,41	46,91
Київська обл. (без м. Києва)	28131	65,10	48,25	38,25	71,30	52,65	40,73	44,00	47,32
Кіровоградська обл.	24588	70,05	51,17	39,89	76,68	55,09	41,91	46,35	49,37

¹ Даних немає

² Без тимчасово окупованих територій

Закінчення табл. 2

Луганська обл. ³	18218	62,24	44,57	34,53	68,52	47,40	35,92	40,44	42,84
Львівська обл.	21833	64,14	46,31	36,12	71,01	50,07	37,94	42,10	45,00
Миколаївська обл.	24598	61,41	43,56	33,67	66,84	46,43	35,17	39,57	41,91
Одеська обл.	33310	64,92	47,48	37,26	71,43	51,90	39,98	43,17	46,73
Полтавська обл.	28748	68,02	50,95	40,55	75,52	56,09	43,39	46,44	50,33
Рівненська обл.	20047	57,16	40,22	30,96	60,92	42,01	31,69	36,53	37,90
Сумська обл.	23834	70,88	53,92	42,99	78,27	59,45	46,27	49,00	53,22
Тернопільська обл.	13823	70,81	52,37	41,06	77,81	56,79	43,47	47,45	50,86
Харківська обл.	31415	64,66	47,14	36,96	70,77	50,38	38,69	42,88	45,54
Херсонська обл.	28461	62,56	47,54	38,11	69,59	53,56	41,81	43,37	47,87
Хмельницька обл.	20645	62,34	44,14	34,00	67,41	46,21	34,80	40,03	41,72
Черкаська обл.	20900	64,63	47,33	37,22	71,14	51,43	39,30	43,08	46,14
Чернівецька обл.	8097	60,05	42,40	32,92	65,15	45,91	35,10	38,68	41,50
Чернігівська обл.	31865	59,35	42,05	32,50	64,31	44,56	33,71	38,21	40,22
м. Київ	839	94,33	87,29	79,79	82,01	81,64	79,79	83,07	80,35
м. Севастополь ⁴	864	–	–	–	–	–	–	–	–

Висновки. Законодавчим регулюванням використання системи координат УСК-2000 вже передбачено виконання ряду земельно-кадастрових робіт на різних етапах будівництва й обслуговування дорожніх об'єктів. Тенденції в галузі засвідчують, що з метою уніфікації виконаних вимірювань відбуватиметься відхід від традиційної умовної системи координат на користь державної геодезичної референцної системи УСК-2000. Проектування в єдиному середовищі дасть змогу уникнути дублювання робіт та пришвидшить формування профільних наборів геопросторових даних.

Застосування обох методів дало можливість встановити, що стан геодезичного забезпечення території України залишається на вкрай низькому рівні. Порівнюючи обидва методи, можна припустити, що застосування методу полігонів Тиссена – Вороного для дослідження геодезичного забезпечення території практично в усіх випадках є виправданим і дає можливість з більшою ефективністю використовувати наявні пункти ДГМ. Окрім того, поєднуючи обидва методи, можна виявити місця, що потребують розвитку мережі. Таку добудову слід виконувати згідно з вимогами до щільності геодезичних пунктів за допомогою технічного проектування у цілковитій відповідності до нормативних документів.

Перспективи дослідження. У контексті виконаного дослідження можна застосувати точніші вихідні дані координат (їх значення наведено геопорталом з точністю до 1 м в системі координат УСК-2000) й апробувати метод середнього зважування, обернено пропорційного відстані, і метод сплайн-апроксимації.

³ Без тимчасово окупованих територій

⁴ Даних немає

Близькість точок мережі підвищує рівень геодезичного забезпечення території. Зауважимо, що відомо багато модифікацій цього підходу. Застосування одних методів скорочує обсяг обчислень за допомогою «пошуку з навчанням», в других методах використовують ваговий коефіцієнт, у третіх – бар'єри та обмеження, які впливають на результати інтерполяції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурак К. О. Деякі проблеми координатного забезпечення інженерно-геодезичних вишукувань в Україні / К. О. Бурак // Вісник геодезії та картографії. – 2015. – С. 7–13.
2. Антонюк В. С. Особливості й завдання великомасштабного картографування населених пунктів / В. С. Антонюк, О. Ф. Ладан, В. Л. Ношкалюк // Вісник геодезії та картографії. – 2011. – С. 33–35.
3. Карпінський Ю. О. Формування національної інфраструктури просторових даних – пріоритетний напрям топографо-геодезичної та картографічної діяльності / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко // Вісник геодезії та картографії. – 2001. – С. 65–74.
4. Мінінфраструктури восени почне передавати місцеві дороги на баланс облдержадміністрацій [Електронний ресурс] // УНІАН. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://economics.unian.ua/transport/1832721-mininfrastrukturi-voseni-rochne-peredavati-mistsevi-dorogi-na-balans-oblderjadministratsiy.html>.
5. Наказ Мінагрополітики України «Про затвердження порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою» від 02.12.2016 № 509.
6. Карпінський Ю. О. Геоінформаційні технології: нові парадигми і нові ризики топографо-геодезичної та картографічної діяльності / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. праць Західного геодезичного товариства УТГК. – 2011. – Вип. 2(22). – С. 43–48.
7. Карпінський Ю. О. Державна геодезична мережа України 1 класу: геоінформаційний аналіз квадратів / Ю. О. Карпінський, Ю. А. Стопхай // Вісник геодезії та картографії. – 2010. – С. 24–29.
8. Черін А. Г. Структура та функції геопорталу Державної геодезичної мережі України / А. Г. Черін, М. В. Горковчук // Вісник геодезії та картографії. – 2013. – С. 24–27.
9. Геопортал «Державна геодезична мережа України» / Ю. О. Карпінський, О. В. Кучер, А. А. Лященко та ін. // Науково-дослідний інститут геодезії і картографії. – 2015. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dgm.gki.com.ua>.
10. Білокриницький С. М. Оцінка можливості створення топографічних карт і планів на територію Вінницької області / С. М. Білокриницький // Матеріали міжнародної наукової конференції «Від географії до географічного українознавства: еволюція освітньо-наукових ідей та пошуків». – 2016. – С. 188 – 189.
11. Білокриницький С. М. Сучасні можливості створення великомасштабних топографічних карт і планів / С. М. Білокриницький // Науковий вісник Чернівецького університету. – 2001. – С. 197.

12. *Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України*: Закон України від 15 квітня 2014 р. № 26 // Відомості Верховної Ради України. – 2014. – №26. – С. 892.

13. *Гуцул Т. В.* Технічні аспекти створення геопросторової бази даних об'єктів адміністративно-територіального устрою України / Т. В. Гуцул, О. В. Писаренко // Шевченківська весна – 2015. – Географія. – 2015. – С. 61–63.

14. *Писаренко О. В.* Аналіз створення та інтеграції геопросторового банку даних території України в розрізі адміністративних утворень / Олеся Віталіївна Писаренко // Матеріали студентської наукової конференції Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Природничі науки. Секція географічні науки. Підсекція геодезії, картографії та управління територіями (21-22 квітня 2016 року). – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. – С. 37–38.

15. *Основні положення створення Державної геодезичної мережі України*: постанова Кабінету Міністрів України № 844 від 8 червня 1998 р. [Текст] // Збір. законодавства України. – Сер. 1. Постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України. – 1998. – №9. – С. 416.

REFERENCES

1. Burak K. O. (2015). *Deiaki problemy koordynatnoho zabezpechennia inzhenerno-heodezychnykh vyshukuvan v Ukraini* [Some problems of coordinate software engineering and geodetic surveying in Ukraine]. *Visnyk heodezii ta kartohrafii*, 2(95), 7-13 [in Ukrainian].

2. Antoniuk V. S., Ladan O. F., Noshkaliuk V. L. (2011). *Osoblyvosti y zavdannia velykomasshtabnoho kartohrafuvannia naselenykh punktiv* [Features and problems of large-scale mapping of settlements]. *Visnyk heodezii ta kartohrafii*, 5(74), 33-35 [in Ukrainian].

3. Karpinskyi Yu. O., Liaschenko A. A. (2001). *Formuvannia natsionalnoi infrastruktury prostorovykh danykh – priorytetnyi napriam topografo-heodezychnoi ta kartohrafichnoi diialnosti* [Formation of a national spatial data infrastructure – a priority topographic, geodesic and cartographic activities]. *Visnyk heodezii ta kartohrafii*, 3, 65-74 [in Ukrainian].

4. *Mininfrastruktury voseny pochne predevaty mistsevi dorohy na balans oblderzhadministratsii.* (2017). [The Ministry of Infrastructure will begin to transfer local roads to the balance of regional administrations]. UNIAN. Retrieved from <https://economics.unian.ua/transport/1832721-mininfrastrukturi-voseni-pochne-predevaty-mistsevi-dorogi-na-balans-oblderjadministratsiy.html> [in Ukrainian].

5. *Nakaz Minahropolityky Ukrainy «Pro zatverdzhennia poriadku vykorystannia Derzhavnoi heodezychnoi referentsnoi systemy koordynat USK-2000 pry zdiisnenni robot iz zemleustroiui» vid 02.12.2016 № 509.* [Order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine «On approval of the State referral geodetic coordinate system USC-2000 in carrying out work on land management» from 02.12.2016 # 509]. (2016, December 2). [in Ukrainian].

6. Karpinskyi Yu. O., Liaschenko A.A. (2011). *Heoinformatsiini tekhnolohii: novi paradyhmy i novi ryzyky topografo-heodezychnoi ta kartohrafichnoi diialnosti* [GIS technology: the new paradigm and new risks topographic, geodesic and cartographic

activities]. Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva: zbirnyk naukovykh prats Zakhidnoho heodezychnoho tovarystva UTHK, 2(22), 43-48. [in Ukrainian].

7. Karpynskyi Yu. O., Stopkhai Yu. A. (2010). Derzhavna heodezychna merezha Ukrainy 1 klasu: heoinformatsiynyi analiz kvadrativ [State geodetic network Ukraine Grade 1: geoinformation analysis squares]. Visnyk heodezii ta kartohrafii, 1(64), 24-29 [in Ukrainian].

8. Cherin A. H., Horkovchuk M.V. (2013). Struktura ta funktsii heoportalu Derzhavnoi heodezychnoi merezhi Ukrainy [Structure and function of the State geodetic network geoportals Ukraine]. Visnyk heodezii ta kartohrafii, 1(82), 24-27 [in Ukrainian].

9. Heoportals «Derzhavna heodezychna merezha Ukrainy» [Geoportal «State geodetic network of Ukraine»]. dgm.gki.com.ua. Retrieved from <http://dgm.gki.com.ua> [in Ukrainian].

10. Bilokrynytskyi S. M. (2016). Otsinka mozhyvosti stvorennia topohrafichnykh kart i planiv na terytorii Vinnytskoi oblasti [Evaluate the creation of topographic maps and plans in the Vinnytsia region]. Materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii «Vid heohrafii do heohrafichnoho ukrainoznavstva: evoliutsiia osvitho-naukovykh idei ta poshukiv». (pp. 188-189). Chernivtsi: ChNU [in Ukrainian].

11. Bilokrynytskyi S. M. (2001). Suchasni mozhyvosti stvorennia velykomasshtabnykh topohrafichnykh kart i planiv [Modern possibilities of creating large-scale topographic maps and plans]. Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu. – p. 197 [in Ukrainian].

12. Zakon Ukrainy Pro zabezpechennia prav i svobod hromadian ta pravovy rehym na tymchasovo okupovanii terytorii Ukrainy : vid 15 kvitnia 2014 r. № 26 [On the rights and freedoms of citizens and legal regime in the temporarily occupied territory of Ukraine]. (2014, April 15). Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, p. 892 [in Ukrainian].

13. Hutsul T. V., O.V. Pysarenok (2015). Tekhnichni aspekty stvorennia heoprostorovoi bazy danykh ob'ektiv administratyvno-terytorialnoho ustroiu Ukrainy. [Technical aspects of geospatial database objects administrative and territorial structure of Ukraine]. Shevchenkivska vesna, p. 61-63 [in Ukrainian].

14. Pysarenok O. V. (2016). Analiz stvorennia ta intehtatsii heoprostorovoho banku danykh terytorii Ukrainy v rozrizi administratyvnykh utvoren. [Analysis of creating and integrating geospatial data bank in Ukraine in terms of administrative units]. Materialy studentskoi naukovoï konferentsii Chernivetskoho natsionalnoho universytetu imeni Yurii Fedkovycha. Pryrodnychi nauky. Sektsiia heohrafichni nauky. Pidsektiia: heodezii, kartohrafii ta upravlinnia terytoriiamy – Proceedings of the scientific conference Chernivtsi University. Natural Sciences. Section geography. Subsection: geodesy, cartography and territory management, p. 37-38. [in Ukrainian].

15. Osnovni polozhennia stvorennia Derzhavnoi heodezychnoi merezhi Ukrainy: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy № 844 vid 8 chervnia 1998 r. [The main provisions of the establishment of the State geodetic network in Ukraine]. (1998, June 8). Zbir. zakonodavstva Ukrainy. Ser. 1. Postanovy ta rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy, p. 416. [in Ukrainian].

Т.В. Гуцул,
О.В. Пысаренко

**ВОЗМОЖНОСТИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА
В ИССЛЕДОВАНИЯХ СОСТОЯНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ ДЛЯ НУЖД ДОРОЖНОЙ
ОТРАСЛИ**

В статье исследуется состояние геодезического обеспечения территории Украины, рассчитанного на основе использования и сравнения двух методов геоинформационного анализа – пространственного анализа с помощью построения буферных зон нормативно установленных радиусов кругов и зонирования территории полигонами Тиссена – Воронного. Осуществлено оценку геодезического обеспечения регионов Украины по каждому из методов. В результате сравнительного анализа доказано эффективность использования метода полигонов Тиссена – Воронного при оценке состояния геодезического обеспечения и возможностей его дальнейшего развития практически для всей территории Украины. Установлено, что сочетание обоих методов позволит с большей эффективностью использовать существующие пункты ГГС и обосновать место расположения геодезических пунктов, необходимых для развития сети.

Ключевые слова: геодезическое обеспечение, ГИС, государственная геодезическая сеть Украины, метод буферных зон, метод полигонов Тиссена – Вороного.

T. V. Gutsul,
O. V. Pusarenyuk

**THE ABILITY OF GEOINFORMATION ANALYZE IN RESEARCHING THE
STATE OF UKRAINE'S GEODESIC COVERING FOR ROAD INDUSTRY**

Analytical capabilities of modern GIS technologies provide a wide range of tools and means to do so. Two valuation methods were applied to provide surveying areas - spatial analysis by constructing buffer zones and establishing regulatory radius of circles size and zoning polygons Thyssen-Voronov. The evaluation surveying was performed for each of methods to the regions of Ukraine. As a result, the comparative analysis of proven efficiency of the method Voronov-Thyssen polygons for almost the entire territory of Ukraine. It was established that the combination of both methods will more efficiently use existing points of GHS and justify the location of geodetic points required for network development.

The purpose - to compare the usage of methods of buffer zones and Thyssen-Voronovo polygon's in assessing the state geodetic support and opportunities for further development using modern GIS tools.

The article results on one side can be used by research institutions to develop recommendations for the design of the state geodesic network of Ukraine, and other design and research organizations in identifying the most-effective areas for survey research using each of the items.

Keywords: geodetic software, GIS, state geodetic network Ukraine, method of buffer zones, the method Thyssen-Voronov polygons.