

DOI: 10.32347/2076-815x.2021.77.148-159

УДК 528.721.122

к.т.н., доцент **Гончаренко О.С.**,
ou5us@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0353-2470,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

Денисюк Б.І.,
gis-knuba@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1692-8551,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ НАВІГАЦІЙНИХ ГНСС – ПРИЙМАЧІВ В УМОВАХ ЗАБУДОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

Використання технологій цифрового геодезичного забезпечення із застосуванням супутникових систем (GNSS) в поєднанні з електронними геодезичними приладами сприяє впровадженню нових методів побудови геодезичних мереж, збору інформації наземної і аерокосмічної зйомок, уніфікації форматів обміну результатами вимірювань на основі комп'ютерних технологій і умов їх застосування. Обґрунтування і розробка дистанційних методів збору просторової інформації вимагають розгляду і аналізу помилок з метою підвищення точності визначень.

Wikimapia це картографічний проект для спільного використання з відкритим контентом, мета якого - ідентифікувати всі географічні об'єкти на основі введеної інформації. Він поєднує в собі інтерактивну веб-карту і систему Wiki.

Однією з особливостей ресурсу Wikimapia є можливість визначення географічних координат.

Для визначення точності розташування за допомогою GPS-приймачів GARMIN Oregon 450 були виконані вимірювання на 30 маркерних точках, знайдені різниці в координатах і обчислені середньоквадратичні помилки положення.

На підставі експериментальних досліджень доведена можливість використання ресурсу «Wikimapia» не тільки для оперативного визначення координат топографічних об'єктів, але також застосовувати для калібрування навігаційних приймачів GNSS при відсутності мережі геодезичних пунктів.

Перспективним напрямком в процесі наукових і практичних досліджень має стати створення загальної математичної моделі для прогнозування та обліку виникнення множинного відбиття супутникового сигналу і поліпшення засобів навігації.

Ключові слова: ГНСС; точність визначення координат; множинність сигналу; Wikimapia.

Постановка проблеми. Створення просторових фотограмметричних моделей місцевості в умовах щільної забудови є складним комплексом технологій знімання та оброблення, що розвивається в напрямі від аналогового до цифрового. З оглядом на це кожен етап загального комплексу робіт має ряд проблем, які треба вирішувати з науковим підходом та вдосконаленням теоретичних і практичних розробок.

Використання цифрових технологій геодезичного забезпечення із застосуванням супутникових систем ГНСС у комплексі з електронними геодезичними приладами, запровадження нових методів побудови геодезичних мереж, збирання інформації методом наземного та аерокосмічного знімання, уніфікація обмінних форматів результатів вимірювань на основі комп'ютерних технологій і їх застосування в польових і камеральних умовах сприяють поліпшенню комплексного оброблення отриманої інформації.

Обґрунтування та розроблення дистанційних методів збирання просторової інформації потребує аналізу та врахування низки похибок з метою підвищення точності.

Мета статті. Метою проведених досліджень було визначення точності вимірювання координат GPS приймачем Garmin Oregon 450, використовуючи як опорну основу ресурс «Wikimaria» в умовах забудованої території.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існують декілька інтернет-ресурсів, за допомогою яких є можливість виконувати геодезичні виміри для знаходження довжин та координат. Так, за допомогою засобів GOOGLE та ВІЗІКОМ, є можливість здійснювати вимірювання відстані між ідентичними контурами. Розробники GOOGLE надають можливість визначення відстані в метрах ($m \pm 0.34$ м). У ВІЗІКОМ вимірювання виконуються з точністю ± 0.49 м. [1]. Точність вимірювання растрового формату залежить і від розміру вимірювального курсору.

З вище наведеного зробимо висновок про те, що надана растрова інформація відповідає умовам складання уточнених схем та абрисів, а також оперативного визначення координат цілей.

Виклад основного матеріалу. Wikimaria є картографічним проектом колективного користування із відкритим змістом, який має на меті позначення всіх географічних об'єктів із внесенням корисної інформації про них [5]. Він поєднує інтерактивну веб-мапу і систему Wiki [4]. Зареєстровані користувачі вже відмітили більш ніж 19 000 000 об'єктів і їх число росте із кожним днем. Наразі більше ніж півтора мільйони людей приєдналося до спільноти Wikimaria. Увесь вміст, доданий користувачами, доступний для використання на правах ліцензії Creative Commons license Attribution-ShareAlike 3.0 (Рис. 1).



Рис. 1. Зображення топографічного об'єкту у Wikimapia [5] в категорії «Військові об'єкти»

Wikimapia - це інтерактивна мапа, яку можна редагувати. Метою Wikimapia є створення і підтримання вільної, повної, багатомовної і актуальної мапи усього світу.

Функція «категорії» дозволяє переглянути топографічні об'єкти з точки зору зацікавленості користувача.

Wikimapia - багатомовна спільна карта з відкритим кодом, де кожен може створювати теги місця та поділитися своїми знаннями. Мета - описати весь світ шляхом складання максимально корисної інформації про всі географічні об'єкти, організувати її та забезпечити вільний доступ до даних для загального використання. Це дає можливість кожному, хто не мав попереднього досвіду роботи з картами, скористатись нею.

Однією з головних характеристик Wikimapia є те, що вона постійно змінюється, прагнучи бути завжди актуальною, а також збирати все більше і більше інформації з усіх джерел.

Позначення місць, додавання описів із доказовими посиланнями, надання їм відповідних категорій та завантаження фотографій, дозволяють користувачам легко обмінюватися необхідною інформацією. Користуючись ресурсом, ви отримуєте досвід і доступ до більш прогресивних інструментів

(наприклад, лінійні функції для позначення доріг, річок, залізниць та поромних маршрутів). Користувач також може поділитися даними Wikimapia з блогами, сайтами та соціальними мережами, оскільки є можливість розмістити карту на вашій сторінці.

Однією із особливостей ресурсу Wikimapia є те, що є можливість визначення географічних координат. Для цього необхідно навести хрестоподібним курсором на зацікавлений об'єкт та отримати його координати візуально.

Маючи можливість визначати координати об'єктів в категорії «військові», зрозуміло, що це дає певні зручності: - об'єкти віддешифровані, а за координатами встановлено місцеположення (Рис.2).

Інтернет-ресурс Wikimapia [5] надає також можливість векторного зображення вибраної території. Аналіз матеріалів [1] вказує на розбіжність контурів векторного та растрового зображення, що залежать від ряду факторів, таких, як :

- неухважність оператора, що виконував цифрування;
- низька якість вихідного зображення під час автоматичної векторизації;
- не якісне дешифрування в межах фрагменту в зоні тіні сонячного освітлення багатопверхового будинку.

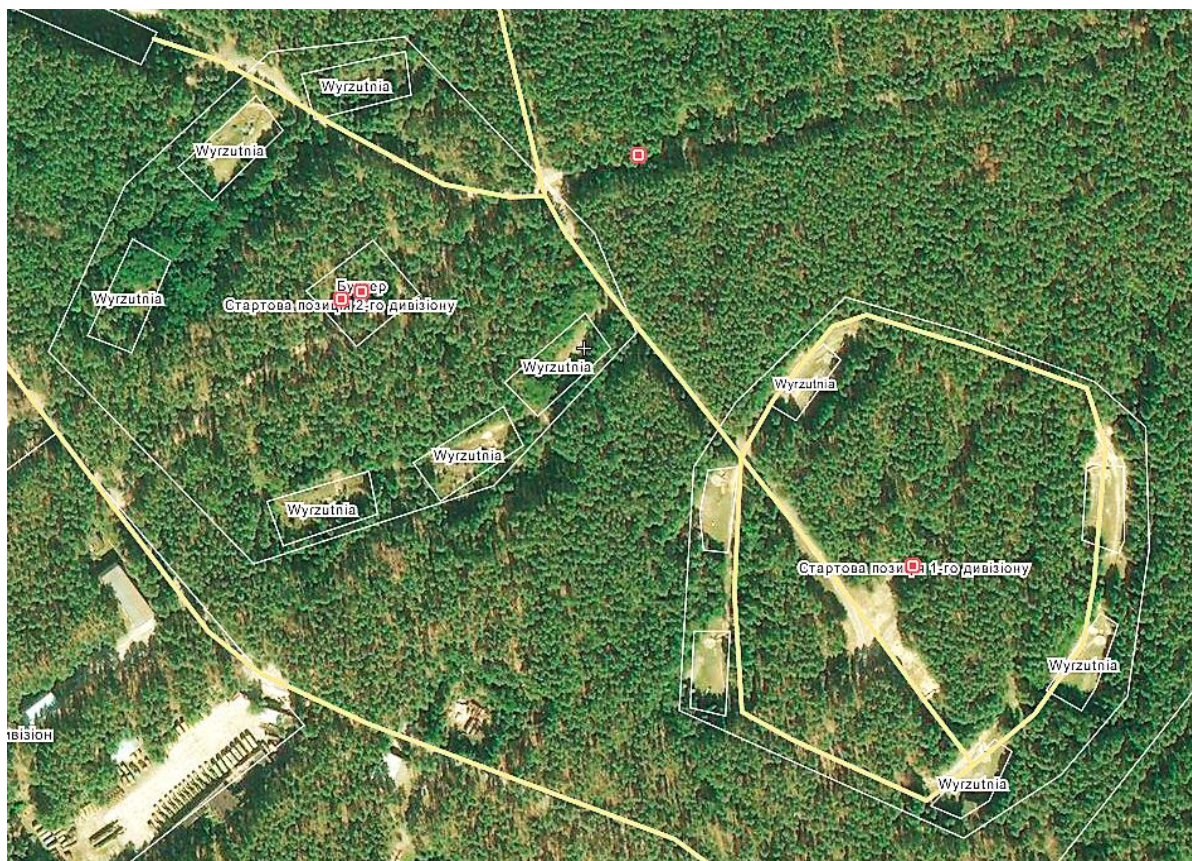


Рис. 2. Віддешифрована позиція військового об'єкту

Метою проведених досліджень було визначення точності координат GPS приймачами Garmin Oregon 450 [2, 7, 8, 9, 10, 11] на забудованій території, використовуючи як опорну основу для калібрування, ресурс «Wikimaria» [5].

GPS-приймач GARMIN — радіоприймальний пристрій, призначений для визначення географічних координат свого поточного місцезнаходження з використанням сигналів штучних супутників відповідної системи GPS.

Oregon 450 містить функцій серії Oregon: проміжна точка маршруту, редагування точки маршруту, запис треку, збереження маршруту, профілі висот і багато іншого. З листопада 2009 року, Garmin випустив Custom Map, так звані карти для користувача, які додають неймовірну універсальність пристрою. Нове оновлення програмного забезпечення пристрою надало користувачеві можливість виносити на екран карти, додаткові меню (компас, висоту та ін.), що в свою чергу дозволило здійснювати більш індивідуальне налаштування пристрою.

Для території України існує чимала кількість карт, як автомобільних так і топографічних. Не відстаючи в функціональності від минулих моделей серії, Oregon 450 дозволяє з легкістю завантажити необхідну картографічну інформацію [3].

Навігатор містить вбудований електронний 3-х-осьовий компас, який видає інформацію про азимут навіть в тому випадку, якщо приймач нерухомий. Барометричний альтиметр фіксує зміни тиску для точного визначення висоти. Також пристрій може використовувати альтиметр для створення графіків тиску залежно від часу для спостереження за погодою.

GPS-приймач обчислює власне місцезнаходження, вимірюючи час проходження сигналу від супутників. Кожен супутник постійно надсилає повідомлення, в якому міститься інформація про час, точку орбіти супутника, з якої було надіслано повідомлення (ефемерида), та загальний стан системи й приблизні дані орбіт усіх інших супутників системи GPS (альманах). Отримані координати перетворюються в наочну форму (широта та довгота чи положення на карті) та відображаються користувачеві [6, 7, 8, 10].

Визначення координат за супутниковими спостереженнями ГНСС здійснюється абсолютним методом. Залежно від положення ГНСС-приймача розрізняють статичне та кінематичне визначення координат [8].

В абсолютному методі координати отримують одним приймачем у системі координат, носіями якої є станції системи контролю та управління і, отже, самі супутники навігаційної системи. При цьому реалізується метод засічки положення приймача від відомих положень космічних апаратів. Приймач визначає свої координати, швидкість і час за супутниками ГНСС, незалежно від інших приймачів.

Основним параметром, за яким знаходять координати, є псевдовідстані. Практичне застосування рівнянь псевдовідстаней можливе, якщо у вимірювання ввести всі поправки. Поправка годинників супутників ГНСС береться із навігаційного повідомлення. Затримки сигналу в апаратурі супутника і в приймачі визначаються шляхом калібрувань або взагалі не враховуються, також не враховується множинність сигналу.

Множинність виникає під час прийому антеною одночасно прямого сигналу супутника і сигналу, відбитого від поверхонь, що її оточують. Множинність може викликати «стрибки» у вимірюванні сигналу, які є функцією частоти. Типові помилки через множинність досягають 10 м. Для визначення або прогнозування впливу множинності на визначення місцеположення немає загальної математичної моделі.

Для проведення експерименту було обрано частину території Голосіївського району міста Києва поблизу Географічного факультету КНУ ім. Тараса Шевченка, де розміщена значна частина багатоповерхових споруд.

З метою визначення точності місцеположення за допомогою в GPS-приймачів GARMIN Oregon 450 були виконані ГНСС – вимірювання на 30 маркерних точках.

Еліпсоїдальні координати були переобчислені в просторові прямокутні за відомими формулами. Результати обчислень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати вимірювань координат на маркерних пунктах

№ точки	Визначені координати									
	Широта (φ)				Довгота (λ)				X	Y
	°	′	″	Rad	°	′	″	Rad		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	50	22	55,1	0,879330	30	28	31,9	0,531898	3512389,352	2066932,839
2	50	23	0,1	0,879355	30	28	40,1	0,531938	3512204,608	2067012,105
3	50	22	57,7	0,879343	30	28	53,3	0,532002	3512121,554	2067265,845
4	50	22	47,9	0,879296	30	28	38,8	0,531931	3512467,906	2067137,258
5	50	22	48,2	0,879297	30	29	0,7	0,532037	3512242,256	2067506,557
6	50	22	41,7	0,879266	30	28	47,4	0,531973	3512508,895	2067358,558
7	50	22	40,3	0,879259	30	28	33,5	0,531906	3512676,923	2067138,749
8	50	22	31,5	0,879216	30	28	36,2	0,531919	3512830,376	2067290,961
9	50	22	35,5	0,879235	30	28	28,2	0,531880	3512828,501	2067106,431
10	50	22	45,0	0,879282	30	28	19,4	0,531837	3512721,805	2066841,892
11	50	22	39,5	0,879255	30	28	2,4	0,531755	3513004,972	2066618,750
12	50	22	42,1	0,879267	30	27	30,3	0,531599	3513273,203	2066040,644
13	50	22	49,5	0,879303	30	27	18,1	0,531540	3513243,564	2065743,563

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	50	23	0,1	0,879355	30	27	10,1	0,531501	3513106,177	2065479,422
15	50	23	6,7	0,879387	30	27	23,2	0,531565	3512839,563	2065622,903
16	50	22	58,5	0,879347	30	27	32,8	0,531611	3512911,673	2065885,342
17	50	23	6,2	0,879384	30	27	53,1	0,531710	3512550,354	2066138,134
18	50	23	1,3	0,879361	30	28	7,3	0,531779	3512508,637	2066439,089
19	50	23	8,4	0,879395	30	28	25,5	0,531867	3512180,627	2066663,299
20	50	23	11,7	0,879411	30	28	8,8	0,531786	3512280,234	2066339,100
21	50	23	16,6	0,879435	30	28	20,7	0,531844	3512060,484	2066482,577
22	50	23	21,0	0,879456	30	28	40,1	0,531938	3511775,837	2066759,764
23	50	23	23,4	0,879468	30	28	57,0	0,532019	3511557,252	2067018,507
24	50	23	13,0	0,879417	30	28	50,1	0,531986	3511839,756	2067026,618
25	50	23	6,6	0,879386	30	29	13,5	0,532099	3511736,522	2067502,303
26	50	23	11,4	0,879409	30	29	28,2	0,532171	3511490,708	2067694,594
27	50	22	59,1	0,879350	30	29	25,9	0,532160	3511766,064	2067803,998
28	50	23	0,4	0,879356	30	30	1,7	0,532333	3511380,454	2068397,774
29	50	22	46	0,879286	30	30	9,2	0,532370	3511600,568	2068699,427
30	50	22	42,2	0,879268	30	29	22,5	0,532143	3512146,788	2067950,212

Маркерні точки на місцевості були вибрані на чітких контурах, які попередньо були ідентифіковані на зображенні «Wikimapia». За допомогою інтернет-ресурсу були визначені географічні координати та переобчислені в прямокутні. Результати обчислень представлені в таблиці 2.

З метою оцінки точності визначення місцеположення маркерних точок були знайдені різниці координат їх положення та знайдена середня квадратична похибка з ряду вимірювань.

Середні похибки вимірювань координат склали для GPS - приймача $\pm 4,79$ м.

Аналіз результатів показав значні величини похибок на восьми маркерних точках. Значення похибок знаходилися в діапазоні від 6.1 до 12.8 метрів. На решті точок середнє значення похибки склало 2.0-5.7 м. Аналіз рекогностування вказав на наявність висотних будівель (22 поверхи) поблизу «проблемних» точок і наявність множинності розповсюдження супутникового сигналу. Після відбраковки результатів, де величина похибок перевищила 6 м, середня квадратична похибка склала ± 3.3 м, що відповідає заявленому виробником GARMIN значенню.

Таблиця 2

Порівняльна таблиця визначення координат

№ точки	Виміряні еліпсоїдальні координати		Визначені координати Wikimаріа		Довжина					
	X	Y	X	Y	S за GPS	S за Wikimаріа	ΔS			
1	3512392,625	2066933,848	3512389,352	2066932,839	204,67	201,03	266,99	3,64	0,00	
2	3512204,426	2067014,291	3512204,608	2067012,105						
3	3512121,372	2067268,030	3512121,554	2067265,845	370,36	369,45	432,78	0,91	3,53	
4	3512468,746	2067139,586	3512467,906	2067137,258						
5	3512243,669	2067505,095	3512242,256	2067506,557	303,19	304,96	276,68	1,76	6,90	
6	3512511,385	2067362,775	3512508,895	2067358,558						
7	3512674,364	2067147,790	3512676,923	2067138,749	212,17	216,14	184,54	3,97	3,42	
8	3512829,373	2067292,664	3512830,376	2067290,961						
9	3512825,629	2067104,741	3512828,501	2067106,431	277,64	285,25	360,52	7,61	5,57	
10	3512726,328	2066845,470	3512721,805	2066841,892						
11	3513002,978	2066623,079	3513004,972	2066618,750	641,71	637,30	298,56	4,41	0,60	
12	3513276,486	2066042,574	3513273,203	2066040,644						
13	3513247,057	2065746,076	3513243,564	2065743,563	304,76	297,73	302,77	7,02	17,68	
14	3513093,773	2065482,672	3513106,177	2065479,422						
15	3512843,188	2065618,617	3512839,563	2065622,903	277,20	272,17	440,97	5,03	6,88	
16	3512908,439	2065888,024	3512911,673	2065885,342						
17	3512549,475	2066132,116	3512550,354	2066138,134	313,14	303,83	397,32	9,31	9,74	
18	3512506,223	2066442,253	3512508,637	2066439,089						
19	3512184,864	2066658,915	3512180,627	2066663,299	337,42	339,16	262,44	1,73	0,95	
20	3512275,081	2066333,776	3512280,234	2066339,100						
21	3512060,732	2066486,849	3512060,484	2066482,577	387,66	397,31	338,71	9,65	3,99	
22	3511781,505	2066755,765	3511775,837	2066759,764						
23	3511555,363	2067013,269	3511557,252	2067018,507	286,27	282,62	486,76	3,65	1,18	
24	3511841,206	2067028,847	3511839,756	2067026,618						
25	3511734,690	2067502,600	3511736,522	2067502,303	307,12	312,09	296,29	4,97	5,77	
26	3511490,652	2067689,058	3511490,708	2067694,594						
27	3511771,333	2067800,680	3511766,064	2067803,998	710,92	708,00	373,42	2,92	1,78	
28	3511381,448	2068395,149	3511380,454	2068397,774						
29	3511602,190	2068698,548	3511600,568	2068699,427	924,09	927,19		3,10		
30	3512153,379	2067956,844	3512146,788	2067950,212						
							сред =	4,747206001		

Висновки і перспективи подальших досліджень. На основі проведених експериментальних досліджень доведено можливість використання ресурсу «Wikimаріа» не тільки для оперативного визначення координат топографічних об'єктів, визначення їх категорій, але й з достатньою точністю застосовувати для потреб калібрування навігаційних ГНСС – приймачів, коли відсутня мережа геодезичних пунктів.

Аналіз результатів вимірювань показав суттєвий вплив множинності розповсюдження супутникових сигналів на забудованих територіях, що призводить до похибок позиціонування, що перевищують 10 метрів.

Перспективним у процесі науково-практичних пошуків напрямом має стати створення загальної математичної моделі для прогнозування впливу

множинності на визначення місцеположення та вдосконалення навігаційних засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Катушков В.О., Гончаренко О.С. Возможность использования растровой та векторной информации в топографических процессах. Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. Вип. 49.- К.КНУБА, - 2013. С. 231-234.
2. Руководство пользователя "Garmin Oregon 450" – URL: https://static.garmin.com/pumac/Oregon_x50_Series_OM_RU.pdf.
3. Геоінформаційне картографування в Україні: концептуальні основи і напрями розвитку / Л.Г. Руденко, Т.І. Козаченко, Д.О. Ляшенко [та ін.]; за ред. Л.Г. Руденка. Київ: НВП "Видавництво "Наукова думка" НАН України", 2011. 102 с.
4. Интернет ресурс вільного доступу «Вікіпедія». – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення 20.04.2021).
5. Картографічний ресурс Wikimapia. – URL: <http://wikimapia.org/#lang=uk&lat=50.247987&lon=30.086939> (дата звернення 20.04.2021)
6. Kemps S. (2019). Global Digital 2019 reports. New York, We are social Inc. Retrieved January, 30, 2019, from <https://wearesocial.com/blog/2019/01/digital-2019-global-internet-use-accelerates>
7. Шлемин С.Н. Геолокация в мобильных устройствах // альманах научных работ молодых ученых университета ИТМО. Санкт-петербург. –2017. С/ 267-270.
8. Пішко Ю.Р. Актуалізація параметрів методики відносних супутникових спостережень для створення опорних геодезичних мереж // Дис. докт.техн.наук. Національний університет "Львівська політехніка". Львів –2015. 207 с.
9. Папаскири Т.В., Ананичева Е.П., Шевчук А.А., Байдакова К.Б., Дронина Д.А. Информационное взаимодействие с сервисами цифрового землеустройства // Московский экономический журнал. – 2020. – №7. С. 260-267. doi: 10.24411/2413-046X-2020-10493
10. Волкова С.В., Караваева А.В. Решение задач геопозиционирования по совокупности данных с мобильных устройств // Научные междисциплинарные исследования. – 2020. – №5. С.190-193. doi: 10.24412/cl-36007-2020-5-190-193
11. Онуфриева Т.А., Щавелев Л.А. Обзор автоматизированных систем позиционирования объектов // Инновационная наука. – 2017. – №3-1. – С. 71-73.

к.т.н., доцент **Гончаренко А.С.**,

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,

Денисюк Б.И.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ ГНСС-ПРИЕМНИКОВ В УСЛОВИЯХ ЗАСТРОЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ.

Использование технологий цифрового геодезического обеспечения с применением спутниковых систем (GNSS) в сочетании с электронными геодезическими приборами способствует внедрению новых методов построения геодезических сетей, сбору информации наземной и

аэрокосмической съемок, унификации форматов обмена результатами измерений на основе компьютерных технологий и условий их применения. Обоснование и разработка дистанционных методов сбора пространственной информации требуют рассмотрения и анализа ряда ошибок с целью повышения точности.

Wikimapia - это картографический проект для совместного использования с открытым контентом, цель которого - идентифицировать все географические объекты на основе введенной информации о них. Он сочетает в себе интерактивную веб-карту и систему Wiki.

Одной из особенностей ресурса Wikimapia является возможность определения географических координат. Для этого необходимо навести курсор на интересующий объект и визуально получить его координаты.

Для определения точности местоположения с помощью GPS-приемников GARMIN Oregon 450 были выполнены измерения на 30 маркерных точках, найдены разницы в координатах и вычислены среднеквадратические ошибки положения.

На основании экспериментальных исследований доказана возможность использования ресурса «Wikimapia» не только для быстрого определения координат топографических объектов, но также применять для калибровки навигационных приемников GNSS при отсутствии сети геодезических пунктов.

Перспективным направлением в процессе научных и практических исследований должно стать создание общей математической модели для прогнозирования и учета возникновения множественного отражения спутникового сигнала и улучшение средств навигации.

Ключевые слова: ГНСС; точность координат; множественность сигнала; «Wikimapia».

PhD, associate professor **Honcharenko Oleksandr**,
Taras Shevchenko National University,
Senior Lecturer **Denysiuk Bohdan**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE ACCURACY OF NAVIGATION GNSS - RECEIVERS IN CONDITIONS OF THE CONSTRUCTED TERRITORY

Use of digital geodetic support technologies with the use of GNSS satellite systems in combination with electronic geodetic instruments, introduction of new methods of construction of geodetic networks, collection of information by ground

and aerospace surveying, unification of exchange formats of measurement results based on computer technologies and their application conditions. Substantiation and development of remote methods of spatial information collection requires analysis and consideration of a number of errors in order to improve accuracy.

Wikimapia is a map project for shared use with open content, which aims to identify all geographical objects with the introduction of useful information about them. It combines an interactive web map and a Wiki system.

One of the features of the Wikimapia resource is that it is possible to determine geographical coordinates. To do this, you need to move the cross cursor on the object of interest and get its coordinates visually.

The purpose of the study was to determine the accuracy of the coordinates of GPS receivers Garmin Oregon 450 in the built-up area, using as a basis for calibration, the resource "Wikimapia".

In order to determine the accuracy of the location with the help of GARMIN Oregon 450 GPS receivers, GNSS measurements were performed at 30 marker points.

Ellipsoidal coordinates were recalculated into spatial rectangles according to known formulas.

In order to assess the accuracy of determining the location of marker points, the differences in the coordinates of their position were found and the root mean square error from a number of measurements was found.

The average error of coordinate measurements was ± 4.79 m for the GPS receiver.

Based on experimental research, the possibility of using the resource "Wikimapia" not only to quickly determine the coordinates of topographic objects, determine their categories, but also with sufficient accuracy to apply for the calibration of navigation GNSS receivers when there is no network of geodetic points.

A promising direction in the process of scientific and practical research should be the creation of a general mathematical model for predicting the influence of the plurality on the location and improvement of navigation aids.

Keywords: GNSS; coordinate accuracy; multipath; Wikimapia

REFERENCES

1. Katushkov V.O., Honcharenko O.S. Mozhlyvist dykorystannya rastrovoyi ta vektornoyi informaciyi v topographichnikh protsesah / Mistobuduvannya ta terytorialne planyvannya. Vyp.49.-K.KNUBA, - 2013. pp. 231-234 {in Ukrainian}.

2. Rukovodstvo polzovatelia “Garmin Oregon 450” [Owner's Manual] [Internet resurs] https://static.garmin.com/pumac/Oregon_x50_Series_OM_RU.pdf. {in Russian}.

3. Heoinformacine kartohgrafuvannya v Ukraini: kontseptualni osnovy i napryamy rozvytku / L.G. Rudenko, T.I. Kozachenko, D.O. Lyashenko [ta in.]; za red. L.G. Rudenka. Kyiv: NVP “Vydavnytstvo “Naukova dumka” NAN Ukrainy”, 2011. p. 102. {in Ukrainian}

4. Internet resurs vilnoho dostupu «Wikipediia» – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> {in Ukrainian}.

5. Kartohrafichnyi resurs Wikimapia – URL: <http://wikimapia.org/#lang=uk&lat=50.247987&lon=30.086939> {in Ukrainian}

6. Kamps S. (2019). Global Digital 2019 reports. New York, We are social Inc. Retrieved January, 30, 2019, from <https://wearesocial.com/blog/2019/01/digital-2019-global-internet-use-accelerates>

7. Shlemyn S. (2017). Heolokatsiia v mobylnykh ustroistvakh. [Geolocation in mobile devices]. Almanakh nauchnykh robot molodykh uchenykh Unyversyteta YTMO. Sankt-Peterburh: Unyversytet YTMO. {in Russian}.

8. Pishko Yu. (2015). Aktualizatsiia parametriv metodyky vidnosnykh suputnykovykh sposterezhen dlia stvorennia opornykh heodezychnykh merezh. [Parameter update of the relative satellite observation methodology used for the establishment of geodetic control networks]. (Dys. kand. tekhn. nauk). NU «Lvivska politekhnika», Lviv. {in Ukrainian}.

9. Papaskyry T.V., Ananycheva E.P., Shevchuk A.A., Baidakova K.B., & Dronyna D.A. (2020). Ynformatsyonnoe vzaymodeistvye s servysamy tsyfrovoho zemleustroistva. Moskovskiy ekonomycheskiy zhurnal. [Information interaction with digital land management services], (7), 260-267. doi: 10.24411/2413-046X-2020-10493 {in Russian}.

10. Volkova S.V., & Karavaeva A.V. (2020). Reshenye zadach heopozytysonyrovaniya po sovokupnosty dannykh s mobylnykh ustroistv. [Solving geolocation problems be aggregates of data from mobile devices]. Nauchnye mezhdystsyplyarnye yssledovaniya, (5), 190-193. doi: 10.24412/cl-36007-2020-5-190-193 {in Russian}.

11. Onufryeva T.A., & Shchhaveleva L.A. (2017). Obzor avtomatyzyrovannykh system pozytskyonyrovaniya obyektov. [Overview of automated object positioning systems]. Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal «Ynnovatsyonnaia nauka», (3), 71-73. {in Russian}.