

УДК 528.92.504. 86

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2024.44.7>**Казаченко Д.А.**

викладач кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків
ORCID ID: 0000-0002-8309-53371

Казаченко Л.М.

к.т.н., доцент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків
ORCID ID: 0000-0001-7188-2790

Казаченко В.А.

аспірант кафедри міського будівництва
Навчально-наукового інституту підготовки кадрів вищої кваліфікації
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків
ORCID ID: 0000-0002-9568-3136

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ І ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ У ПЛАНУВАННІ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ

Анотація. *Геопросторовий розвиток територій в Україні за останній час відбувається дуже стрімко. Замість раніш утворених сільських, селищних, міських рад утворилися територіальні громади, які об'єднали у себе сільські, селищні, міські ради. Зміни у структурі управління новосформованими територіями потребують їх геопросторового визначення в єдиній цифровій картографічній системі. У зв'язку з цим потребує вирішення проблема геодезичного наповнення баз даних Держгеокадастру геопросторовими даними про межі територіальних громад з виділенням і встановленням меж населених пунктів, що входять до цих громад та розробки генеральних планів на змінні території населених пунктів. Визначення координат поворотних точок новостворених територій напряму залежить від точності визначення вихідних геодезичних даних, якими є пункти Державної геодезичної мережі, для цього потрібно вирішення наукових задач рівноточних або нерівноточних вимірів в геодезичній практиці. Унесення до бази даних єдиної цифрової картографічної системи геопросторових даних про межі територій громад, населених пунктів, об'єктів, земельних ділянок шляхом розроблення містобудівної документації та документації із землеустрою потребує точності визначення вихідних геодезичних даних. Математичне опрацювання вихідних геодезичних даних на пунктах Державної геодезичної мережі методами GPS-спостережень дало змогу отримати вихідні геодезичні дані, що дало змогу практичного застосування з визначення геопросторових даних та розробки цифрових картографічних матеріалів – геодезичної основи на території населених пунктів. В результаті проведення дослідження були побудовані цифрові картографічні дані на населені пункти для подальшої розробки генеральних планів та встановлені межі їх територій і занесені до бази даних Держгеокадастру України.*
Ключові слова: *територіальне планування, геопросторові дані, цифрові картографічні матеріали, математичне опрацювання.*

Вступ. Постановою КМУ «Про порядок розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації», від 1 вересня 2021 року № 926 [1] регулюється топографо-геодезична діяльність у сфері розробки містобудівної документації, до якої відно-

ситься План просторового розвитку території ОТГ. Комплексні плани просторового розвитку територій ОТГ розробляють в сучасних умовах виключно у цифровому вигляді і роздруковують на паперових носіях, які зберігають у ОТГ та передають до Державного архіву збереження

геодезичних та картографічних джерел. Для цих цілей необхідно проведення комплексних геодезичних вимірювальних робіт, до яких пред'являють певні вимоги щодо точності знімачів, побудови картографічних творів. Такі роботи виконують на сучасному етапі виключно цифровими та електронними геодезичними вимірними системами.

Організація робіт з просторового розвитку території територіальних громад має за мету визначення геодезичних координат і встановлення їх меж у Держгеокадастрі України, як єдиної цифрової картографічної основи.

Методи дослідження Визначення геопросторових даних межі об'єднаної територіальної громади починається з вибору варіантів які території будуть в об'єднаній територіальній громаді. При виконанні дослідження були застосовані методи ранжування за формальними ознаками вихідних геодезичних даних пунктів ДГМ. Для класифікації опорних пунктів ДГМ за зональним принципом та класами використані методи систематичного аналізу. Для вивчення точності сигналів на базових станціях опорних пунктів ДГМ використані кількісні методи "дослідження кількості прийомів". Для формулювання вимог та переліків обмежень у функціонуванні опорних станцій пунктів ДГМ були застосовані методи класифікації.

Отримані результати Для опрацювання результатів обстеження пунктів ДГМ були взяті вихідні геодезичні координати пунктів ДГМ, що у базах даних ДП «Інститут геодезії та картографії» (рис. 1).

Для цього ми використовували дані Геопорталу України вихідні геодезичні дані X, Y, B, L , також похибки m_x, m_y і занесли ці дані в GPS-приймач. На пунктах розташування ДГМ визначили τ_{min} – мінімальний час сеансу, при якому виходять стійкі і надійні результати вимірів. При вимірюванні встановили тривалість одного сеансу $\tau_{min} - 10хв$; $\tau_{max} - 40хв$, кожний раз фіксуючі дані. Допустимую похибку, обчислювали за формулою:

$$\Delta_{доп} = 2(a + b \times 10^{-6} \times D)$$

де a і b – чисельні значення в мм; D – довжина базису в мм.

Різниці між вимірами та еталонними значеннями базису не перевищували допустимої. У своєму дослідженні ми використовували ГІС-технології, а саме електронну карту даних геопорталу України про пункти ДГМ п. Веденське, п. Новопокровка, п. Зачугуївка Чугуївського району Харківської області і замовили довідку про ці пункти в ДП НДГІК. Отримані вихідні геодезичні дані про пункти, перекачали геодезичні дані пунктів ДГМ в GPS-приймач.

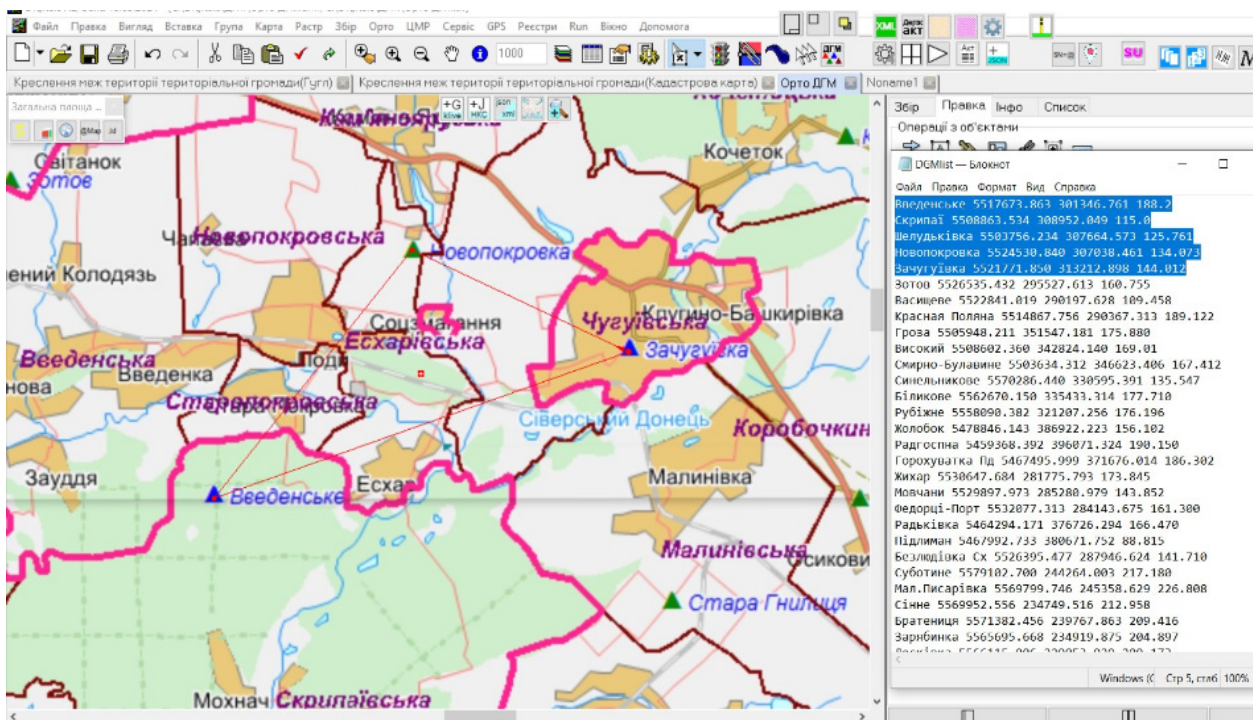


Рис. 1. Дані геопорталу України про пункти ДГМ п. Веденське, п. Новопокровка, п. Зачугуївка Чугуївського району Харківської області

На пунктах ДГМ спостереження вели в різні пори року і різні погодні умови і отримали результати зсунення геодезичних даних від дійсного їх місцеположення.

Ми скористалися офіційними вихідними даними про геодезичні координати пунктів ДГМ, для цього ми замовили на платній основі вихідні координати на пункти в ДП «Інститут геодезії і картографії» (підтвердження в Додатках). Ми отримали наступні вихідні дані про кожний пункт – «Адміністратора банку геодезичних даних» на п. Веденське, п. Новопокровка, п. Зачугуївка – Система координат – UA_UCS_2000/LCS_63 (місцева система координат Харківської області – УСК-2000). Роботи виконуються у двох системах координат у СК-63 та УСК-2000 (таблиця 1).

Точність визначення координат базових пунктів ДГМ нам була потрібна для практичного виконання геодезичних знімальних робіт – для створення планової геодезичної основи на с. Первомайське оскільки від точності отриманих результатів геодезичних вимірювань залежить побудова цифрового картографічного матеріалу в масштабі М: 1:5000.

Порівняння математично опрацьованих величин отриманих геодезичних координат, які були досліджені в різні пори роки, а отже і різних температур доведено вплив на отримання координат пунктів в різні пори року і різних температур. Математично визначення остаточного значення вихідних геодезичних даних наводиться в таблиці 2.

Оскільки обсяги знімальних геодезичних робіт були великими, територія населених пунктів була доволі складною, виконували свої знімальні геодезичні роботи у декілька етапів, тому кожний раз ми прив'язувалися

Таблиця 1. Вихідні геодезичні дані пунктів ДГМ (адміністратор БД)

Назва пункту	Індекс БГД	Клас пункту	Клас нівелюв	Вихідні геодезичні дані		
				X	Y	Z
п. Веденське	M371910200	2	Геод нів	5517673.863	301346.761	188.2
п. Новопокровка	M371932400	3	IV	5524530.840	307038.461	134.0
п. Зачугуївка	M371921300	2	IV	5521771.850	313212.898	144.0

Таблиця 2. Проведення досліджень на пунктах ДГМ

	X	Y	Z	δ_x	δ_y	δ_z	δ_x^2	δ_y^2	δ_z^2
п. Веденське									
1	5517673.863	301346.761	188.0	0.06	0.007	0	0.0036	0.0049	0
2	5517673.901	301346.765	188.3	0.044	0.011	0.3	0.001936	0.000121	0.09
3	5517673.892	301346.759	188.2	0.035	0.005	0.2	0.001225	0.000025	0.04
4	5517673.857	301346.767	188.1	0	0.013	0.1	0	0.000169	0.01
5	5517673.880	301346.776	188.5	0.023	0.022	0.5	0.000529	0.000484	0.25
6	5517673.859	301346.780	188.0	0.002	0.026	0	0.000004	0.000676	0
7	5517673.868	301346.765	188.4	0.011	0.011	0.4	0.000121	0.000121	0.16
8	5517673.875	301346.754	188.1	0.018	0	0.1	0.000324	0	0.01
п. Новопокровка									
1	5524530.840	307038.461	134.0	-0.042	-0.012	0	0.001764	0.000144	0
2	5524530.829	307038.469	134.2	-0.031	-0.020	0.2	0.000961	0.0004	0.04
3	5524530.798	307038.472	134.1	0	-0.023	0.1	0	0.000529	0.01
4	5524530.813	307038.476	134.3	-0.015	-0.027	0.3	0.000225	0.000729	0.09
5	5524530.800	307038.449	134.0	-0.002	0	0	0.000004	0	0
6	5524530.822	307038.453	134.1	-0.024	-0.004	0.1	0.000576	0.000016	0.01
п. Зачугуївка									
1	5521771.850	313212.898	144.0	0.010	0.026	0	0.0001	0.000676	0
2	5521771.852	313212.902	144.3	0.012	0.030	0.3	0.000144	0.0009	0.09
3	5521771.840	313212.876	144.1	0	0.022	0.1	0	0.000484	0.01
4	5521771.857	313212.884	144.2	0.017	0.014	0.2	0.000289	0.000196	0.04
5	5521771.862	313212.890	144.0	0.022	0.002	0	0.000484	0.000004	0
6	5521771.858	313212.872	144.4	0.018	0	0.4	0.000324	0	0.16

$$\tau = 6 \times 10^{-8}$$

до пунктів ДГМ – п. Веденське (8), п. Новопокровка (6), п. Зачугуївка (6) і фіксували їх у GPS-приладі (таблиця 2).

При обробці геодезичних вимірів в програмному забезпеченні Digitals ми помітили розбіжності у координатах базових станцій. Коли ми проаналізували їх, то виникла необхідність у математичному опрацюванні їх і вирахуванні ймовірного значення координат на базових станціях – пунктах Державної геодезичної мережі (ДГМ).

п. Веденське

$$X_0=5517673.857 \quad Y_0=301346.754 \quad Z_0=188.0$$

$$X = X_0 + \frac{[\delta]}{n} = 5517673.857 + \frac{0.193}{8} = 5517673.857 + 0.024125 = 5517673.881125$$

$$Y = Y_0 + \frac{[\delta]}{n} = 301346.754 + \frac{0.095}{8} =$$

$$= 301346.754 + 0.011875 = 301346.765875$$

$$Z = Z_0 + \frac{[\delta]}{n} = 188.0 + \frac{0.16}{8} = 188.0 + 0.02 = 188.02$$

$$m_x = \sqrt{\frac{[\delta x^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.0060326}{7}} = 0.01109$$

$$m_y = \sqrt{\frac{[\delta y^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.0507121}{7}} = 0.03217$$

$$m_z = \sqrt{\frac{[\delta z^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.56}{7}} = 0.282842712$$

$$m = \frac{m}{\sqrt{2(n-1)}}$$

$$m_x = \frac{0.01109}{\sqrt{2(8-1)}} = 0.0548926$$

$$m_y = \frac{0.03217}{\sqrt{2(8-1)}} = 0.1592337$$

$$m_z = \frac{0.282842712}{\sqrt{2(8-1)}} = 0.075592896$$

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

$$M_x = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.0548926}{\sqrt{8}} = 0.056259749$$

$$M_y = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.1592337}{\sqrt{8}} = 0.05629761$$

$$M_z = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.075592896}{\sqrt{8}} = 0.026728268$$

п. Новопокровка

$$X_0=5524530.798 \quad Y_0=307038.449 \quad Z_0=134.0$$

$$X_0 = 5524530.798 + \frac{0.114}{6} = 5524530.798 + 0.019 = 5524530.817$$

$$Y_0 = 307038.449 + \frac{0.086}{6} = 307038.463 + 0.011875 = 307038.474875$$

$$Z_0 = 134.0 + \frac{0.7}{6} = 134.0 + 0.116666 = 134.11666$$

$$m_x = \sqrt{\frac{[\delta x^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.00353}{5}} = 0.0265707$$

$$m_y = \sqrt{\frac{[\delta y^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.001818}{5}} = 0.0189736$$

$$m_z = \sqrt{\frac{[\delta z^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.15}{5}} = 0.06707604$$

$$m = \frac{m}{\sqrt{2(n-1)}}$$

$$m_x = \frac{0.0265707}{\sqrt{2(6-1)}} = 0.0084023$$

$$m_y = \frac{0.0189736}{\sqrt{2(6-1)}} = 0.0059999$$

$$m_z = \frac{0.06707604}{\sqrt{2(6-1)}} = 0.06707604$$

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

$$M_x = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.0084023}{\sqrt{6}} = 0.00343022$$

$$M_y = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.0059999}{\sqrt{6}} = 0.0024494489$$

$$M_z = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.06707604}{\sqrt{6}} = 0.027383679$$

п. Зачугуївка

$$X_0=5521771.840 \quad Y_0=313212.872 \quad Z_0=144.0$$

$$X_0 = 5521771.840 + \frac{0.114}{6} = 5521771.840 + 0.258358 = 5521771.86258358$$

$$Y_0 = 313212.872 + \frac{0.086}{6} = 313212.872 + 0.011875 = 313212.883875$$

$$Z_0 = 144.0 + \frac{1.}{6} = 144.0 + 0.16666 = 144.1666$$

$$m_x = \sqrt{\frac{[\delta x^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.00353}{5}} = 0.0265707$$

$$m_y = \sqrt{\frac{[\delta y^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.001818}{5}} = 0.0189736$$

$$m_z = \sqrt{\frac{[\delta z^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.30}{5}} = 0.24494897$$

$$m = \frac{m}{\sqrt{2(n-1)}}$$

$$m_x = \frac{0.0265707}{\sqrt{2(6-1)}} = 0.0084023$$

$$m_y = \frac{0.0189736}{\sqrt{2(6-1)}} = 0.0059999$$

$$m_z = \frac{0.24494897}{\sqrt{2(6-1)}} = 0.07745966$$

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

$$M_x = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.0084023}{\sqrt{6}} = 0.00343022$$

$$M_y = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.0059999}{\sqrt{6}} = 0.0024494489$$

$$M_z = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.07745966}{\sqrt{6}} = 0.031622777$$

Математичне опрацювання результатів геодезичних вимірювань на пунктах ДГМ дало можливість визначити дійсне місцеположення пунктів для прив'язки, врахувати їх середньоквадратичну похибку, знайти ймовірне значення геодезичних даних та здійснити геодезичне знімання території в масштабі М:1:5000. Математично опрацьовані вихідні дані пунктів ДГМ дали можливість здійснити геодезичні виміри території з високою

точністю. В результаті комп'ютерної обробки результатів геодезичних вимірів в програмному забезпеченні DigitalS було побудовано план території населеного пункту у цифровому вигляді і створити картографічну основу для подальшої розробки генерального плану території (рис. 2, 3).

Далі потрібно було перевірити побудову карти шляхом суміщення цифрового картографічного зображення з космічним знімком (рис. 5).

Далі цифрову карту сумістили з Публічною кадастровою картою – на сьогоднішній день – kadastr.live., робили для суміщення з прийнятими в Держгеокадастрі земельними ділянками і уникнення помилок (рис. 6).

В результаті проведеного дослідження було розроблено цифрову картографічну основу на територію населеного пункту, яка у подальшому буде використана для розробки генерального плану населеного пункту у цифровому вигляді. Ці цифрові матеріали ми відправили до відділу урбанізації і містобудівного кадастру Харківської ОДА, після чого було внесені цифровий план на територію населеного пункту до єдиної картографічної системи Держгеокадастру.

Таблиця 3. Математично опрацьовані результати досліджень

.Назва пункту	Опрацьовані геодезичні дані								
	X	Y	Z	m _x	m _y	m _z	M _x	M _y	M _z
п. Веденське	5517673.881125	301346.765875	188.02	0.0548926	0.1592337	0.075592896	0.056259749	0.05629761	0.026728268
п. Новопокровка	5524530.817	307038.474875	134.11666	0.0084023	0.0059999	0.06707604	0.00343022	0.0024494489	0.027383679
п. Зачугуївка	5521771.86258358	313212.883875	144.1666	0.0084023	0.0059999	0.07745966	0.00343022	0.0024494489	0.031622777

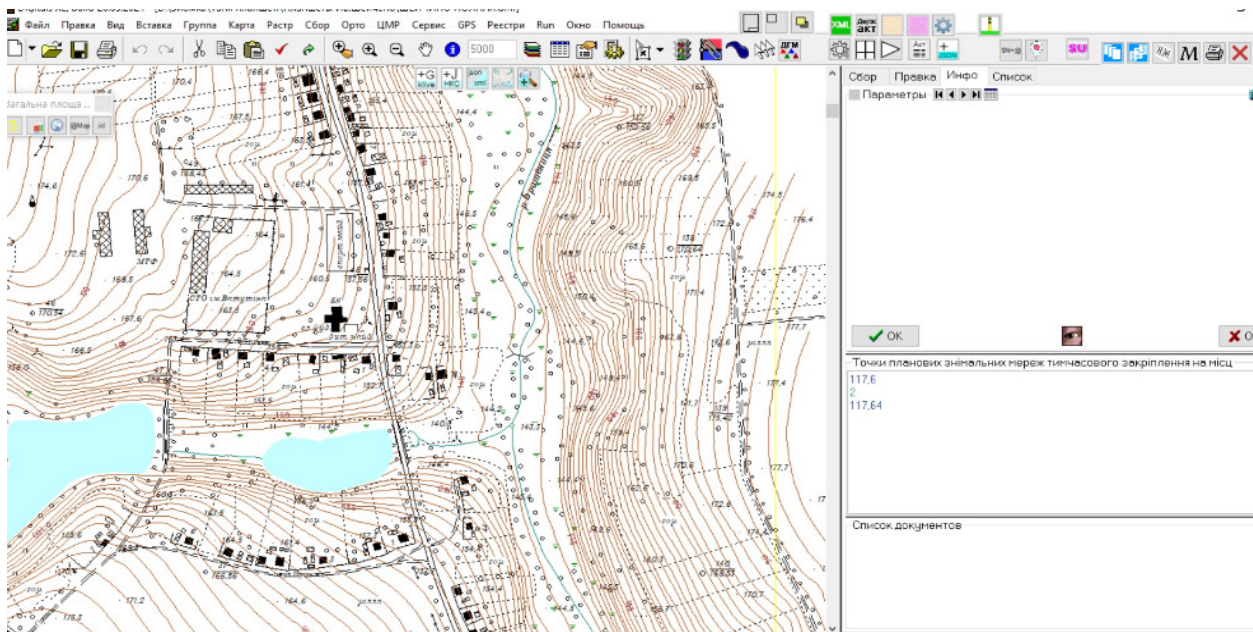


Рис. 2. Картографічна основа населеного пункту в програмі DigitalS

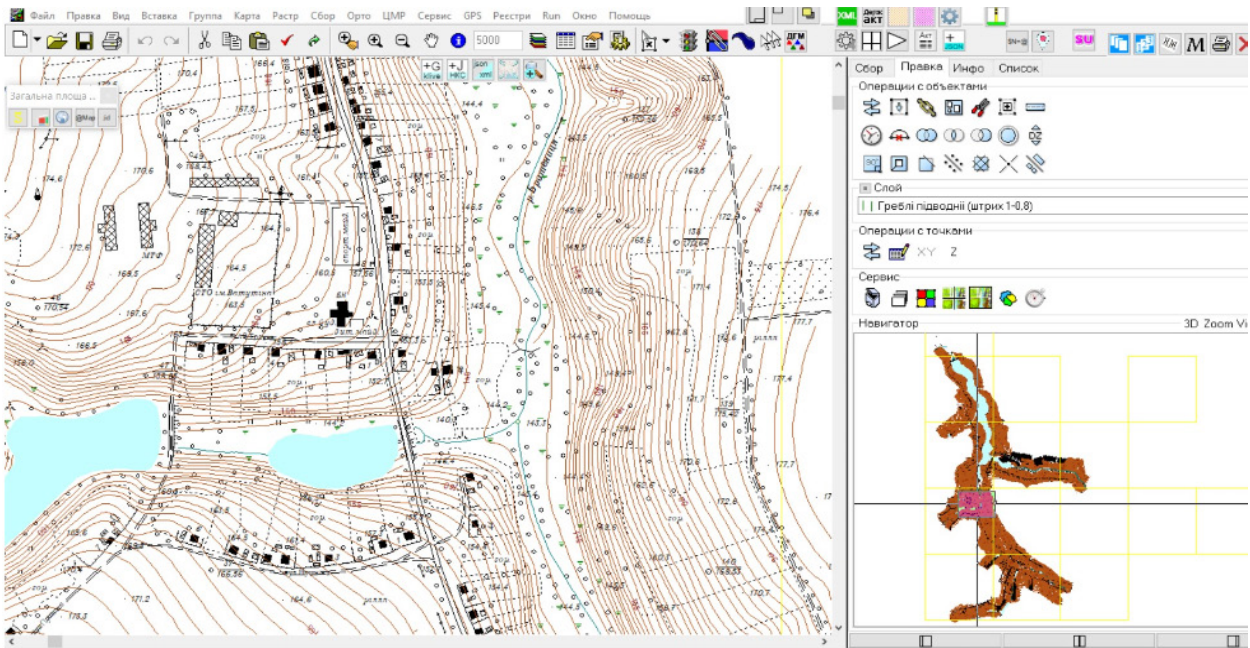


Рис. 3. Побудована картографічна основа розбита на листи карти

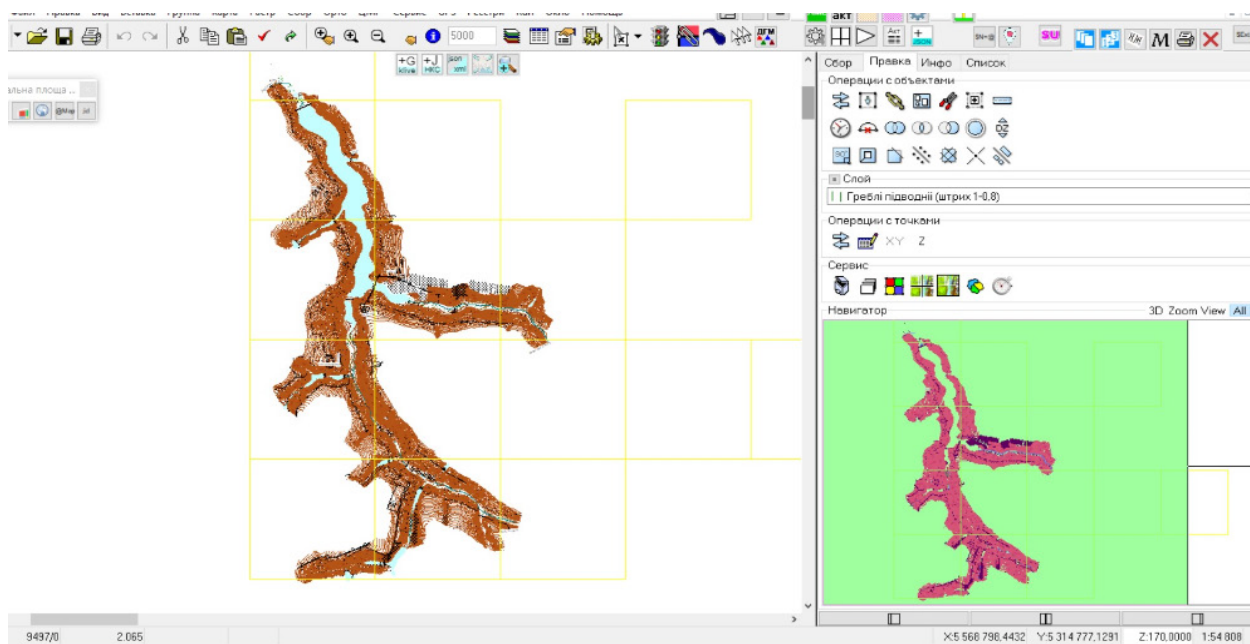


Рис. 4. Програма розбиває всю територію населеного пункту на планшети

Далі нам потрібно було визначити межі населеного пункту і унести геопросторові дані кожної поворотної точки до Держгеокадастру. Це ми зробили шляхом розробки Проекту із землеустрою щодо встановлення меж населеного пункту. Ми скористалися матеріалами нашого дослідження і геодезичними даними, які були розроблені на територію населеного пункту. В програмному забезпеченні DigitalS ми визначили кожну поворотну точку межі

населеного пункту і побудували її для формування та унесення до бази даних Держгеокадастру інформації про сформовані межі.

На рисунку 7 показаний фрагмент формування межі населеного пункту у Держгеокадастрі за допомогою програми DigitalS.

Висновки. Проведені дослідження довели, що математичне опрацювання вихідних геодезичних даних пунктів Державної геодезичної мережі супутниковими методами дає

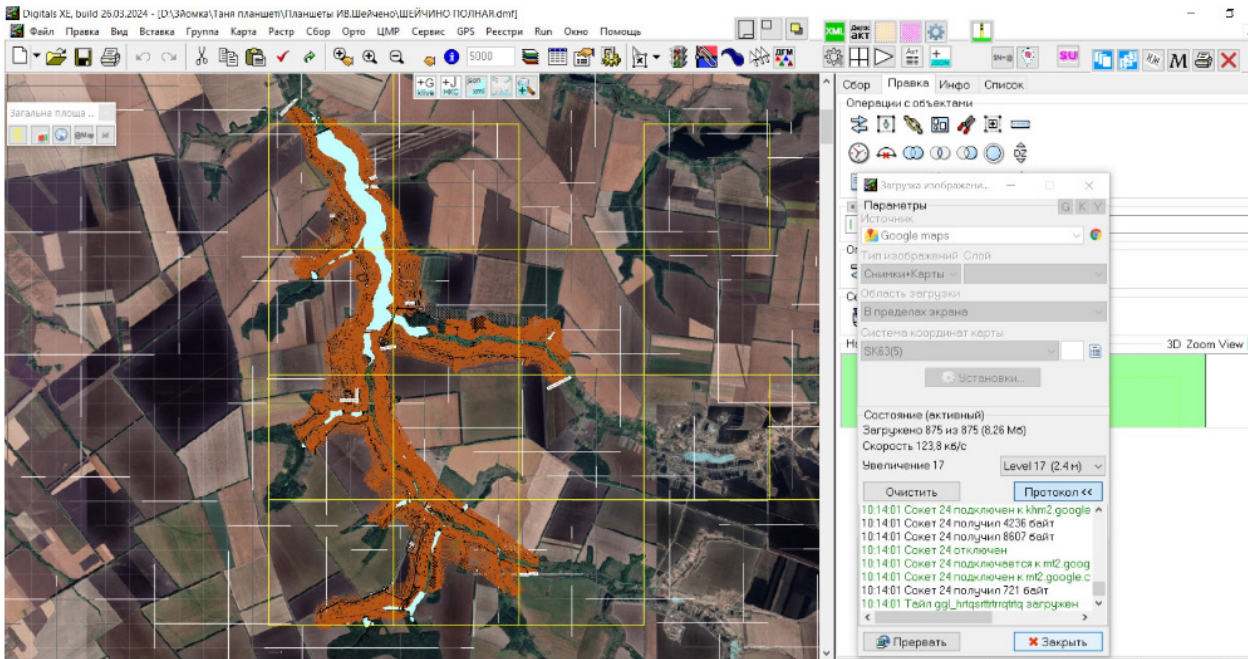


Рис. 5. Побудована цифрова карта населеного пункту суміщена з космічним знімком

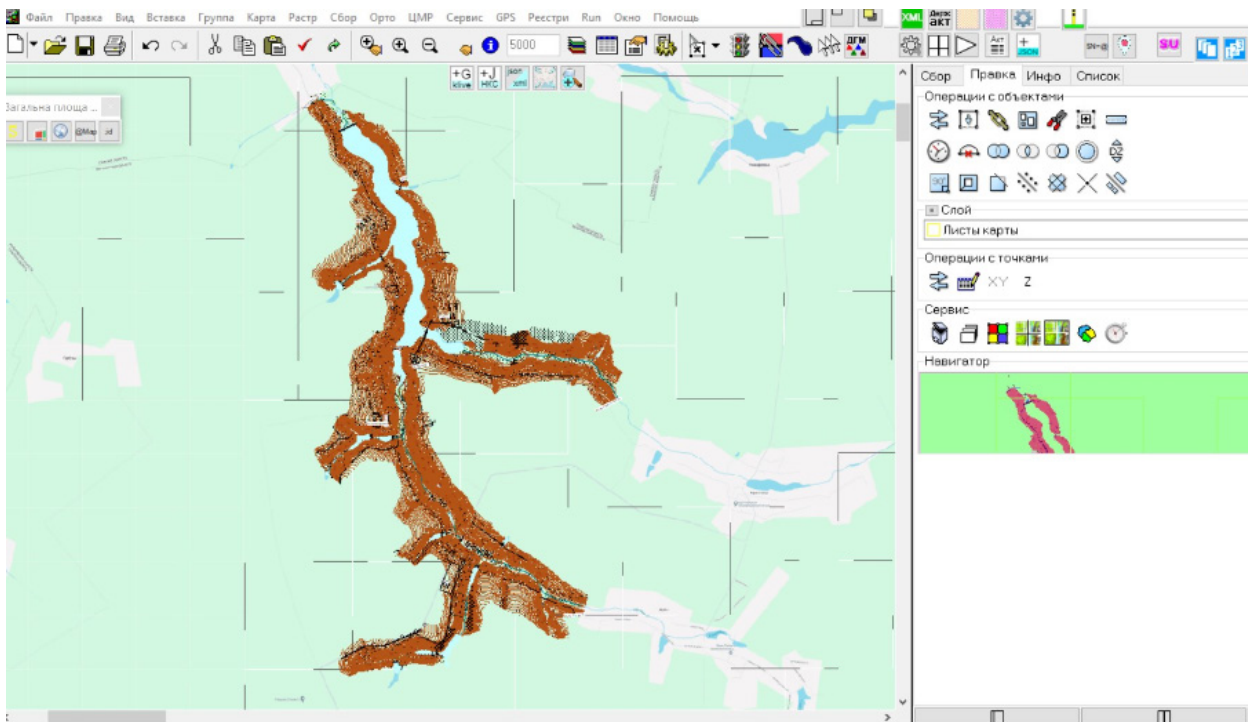


Рис. 6. Унесення сформованої території населеного пункту на електронній картографічній системі Держгеокадастру

можливість виконувати геодезичні роботи з мінімальними похибками і визначає точне місцеположення об'єктів. Застосування геодезичних програмних засобів обробки інформації дає змогу побудови цифрових картографічних матеріалів, які вносяться до єдиної електронної картографічної системи. Ці кар-

тографічні дані використовуються у подальшому для розробки нових сучасних генеральних планів в цифровому вигляді, що дає змогу вносити у будь який час будь-які зміни та корективи.

Математично опрацьовані вихідні геодезичні дані на пункти Державної геодезичної

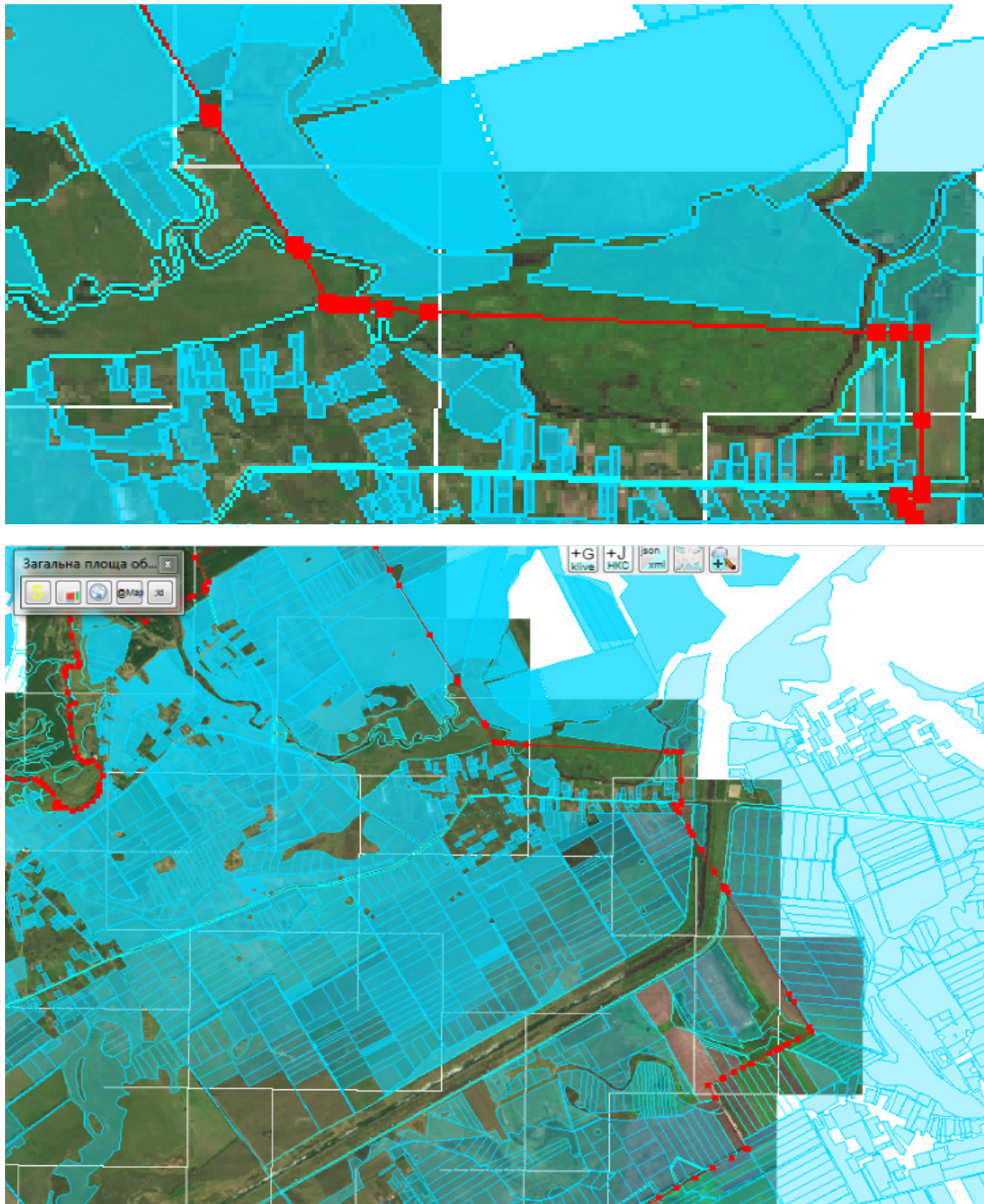


Рис. 7. Формування межі населеного пункту в Держгеокадастрі

мережі дало змогу визначення геопросторових даних кожної поворотної точки межі населеного пункту та сформуванню меж у Держгеокадастрі.

Такий метод може бути широко використаний у подальшому в топографо-геодезичній та картографічній галузі і містобудуванні.

Література

1. Постанова КМУ «Про порядок розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації», від 1 вересня 2021 року № 926 [1]
2. Казаченко Д., Наливайко Т., Казаченко В. Застосування геодезичного забезпечення і ГІС-технологій у формуванні територій об'єднаних територіальних громад //Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2024», 10–12 квітня 2024 р., Львів– Брюховичі. – Львів: Вид Львівської політехніки, 2024. – Режим доступу: http://zgt.com.ua/wpcontent/uploads/2024/03/тези_ГЕОФОРУМ_2024 с.35-38

3. Казаченко Л., Дорожко Є., Мусієнко І. Використання ГІС-технологій в адмініструванні та цифровому картографуванні земель населених пунктів Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2024», 10–12 квітня 2024 р., Львів– Брюховичі. – Львів: Львівської політехніки, 2024. – Режим доступу: http://zgt.com.ua/wpcontent/uploads/2024/03/ТЕЗИ_ГЕОФОРУМ_2024.pdf,
4. Казаченко Д.А., Рохманов М.Я., Казаченко Л.М. Застосування геоінформаційних систем при вирішенні питань моніторингу земель Харківської області / Вісник Харківського національного університету ім. В.В. Докучаєва. 2009. №12 (2). С. 19-23
5. Казаченко Л.М. Досвід отримання вихідних даних з Google Планета Земля для побудови цифрової моделі місцевості / І.В. Мусієнко, Л.М. Казаченко // Комунальне господарство міст : Науково-технічний збірник. Сер.: Технічні науки та архітектура. 2022. Вип. 3 (170). С. 247-251.
6. Казаченко Д.А., Рохманов М.Я. Проблеми моніторингу забруднених земель від підприємств – забруднювачів довкілля / Матеріали міжнародної конференції професорсько-викладацького складу ХНАУ ім.В.В. Докучаєва Харків ХНАУ 2011р. с.113-115
7. Казаченко Д.А. Можливості супутникових технологій при побудові екомережі Харківської області// Геодезія, картографія і аерофотознімання. Вип.72. 2009. Львів Львівська Політехніка с.62-65
8. Постанова КМУ від 06.08.2014 № 385. «Про Державну стратегію регіонального розвитку на період до 2020 року
9. Канівець О. М., Костян Д. О. Державна геодезична мережа України як частина геодезичної інфраструктури, нинішній стан та проблеми // «Актуальные научные исследования в современном мире» ISCIENCE.IN.UA Випуск 4(84) ч. 2 с.104-106
10. Тревого І., Гур'єва М. Сучасні центри геодезичних пунктів. //Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2011. № 21. С. 115-117. URL: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/10518/1/28.pdf>
11. І. Тревого, С. Ільків, М. Галярник Аналіз сучасного стану ДГМ України //Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва випуск II (38), 2019. С. 54-62.
12. Рудницкая Н. В. Современная координатная основа Республики Беларусь // *Автоматизированные технологии и изысканий и проектирования* (2013), № 1, С. 86-88.
13. В.Д. Шипулін Системи земельного адміністрування // навч посібн // Харків ХНУМГ 2016 221с. RL:<https://core.ac.uk/download/pdf/78066649.pdf>
14. Williamson Ian. Land administration for sustainable development / Ian Williamson, Stig Enemark, Jude Wallace, Abbas Rajabifard. – Esri Press. 2010, 506 p. <http://www.esri.com/landing-pages/industries/land-administration/e-book#sthash.KF25CaWH.dpbs>
15. Land administration guidelines with Special Reference to Countries in Transition. – United Nations Economic Commission for Europe. – 1996. – 112 p.<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/>
16. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні» від 1 квітня 2014 р. № 333-р
17. United Nations–FIG Bathurst Declaration on Land Administration for Sustainable Development: Development and Impact. – 1999 – 12 p. <http://www.sli.unimelb.edu.au/UNConf99/proceedings.htm>
18. Land administration in the UNECE region. Development trends and main principles. – United Nations Economic Commission for Europe. – 2005. – 112 p. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2005/wpla/ECE-HBP>

References

1. Resolution of the CMU "On the procedure for developing, updating, amending and approving urban planning documentation", dated September 1, 2021 No. 926
2. Kazachenko D., Nalivayko T., Kazachenko V. The use of geodetic support and GIS technologies in the formation of territories of united territorial communities // Materials of the International Scientific and Technical Conference "Geoforum-2024", April 10-12, 2024, Lviv – Bryukhovychy. – Lviv: View of Lviv Polytechnic, 2024. – Access mode: http://zgt.com.ua/wpcontent/uploads/2024/03/TEZY_GEOFORUM_2024 pp. 35-38
3. Kazachenko L., Dorozhko E., Musienko I. The use of GIS technologies in the administration and digital mapping of the lands of settlements. Proceedings of the International scientific and technical conference "Geoforum-2024", April 10-12, 2024, Lviv-Bryukhovychy. – Lviv: Lviv Polytechnic, 2024. – Access mode: http://zgt.com.ua/wpcontent/uploads/2024/03/TEZY_GEOFORUM_2024.pdf, and. Kazachenko D.A., Rokhmanov M.Ya., Kazachenko L.M. Application of geo-information systems in solving land monitoring issues of the Kharkiv region / Bulletin of the Kharkiv National University named after VV Dokuchaeva. -2009.- No. 12 (2).- P.19-23
4. Kazachenko L.M. The experience of obtaining raw data from Google Earth for the construction of a digital terrain model / I.V. Musienko, L.M. Kazachenko // Communal management of cities: Scientific and technical collection. Ser.: Technical sciences and architecture. 2022. Issue 3 (170). P. 247-251.
5. Kazachenko D.A., Rokhmanov M.Ya. Problems of monitoring contaminated land from polluting enterprises / Materials of the international conference of professors and teachers of KhNAU named after V.V. Dokuchaeva, Kharkiv National University of Science and Technology, 2011. pp. 113-115
6. Kazachenko D.A. Possibilities of satellite technologies in the construction of the eco-network of the Kharkiv region// Geodesy, cartography and aerial photography. Issue 72. 2009. Lviv Lviv Polytechnic p. 62-65
7. Resolution of the CMU of August 6, 2014 No. 385. "On the State Strategy of Regional Development for the Period Until 2020
8. Kanivets O. M., Kostyan D. O. State geodetic network of Ukraine as a part of geodetic infrastructure, current state and problems // "Actual scientific researches in the modern world" ISCIENCE.IN.UA Issue 4(84) part 2 p. 104-106

9. Trevogo, M. Gur'eva. Modern centers of geodetic points. //Modern achievements of geodetic science and production. 2011. No. 21. P. 115-117. URL: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/10518/1/28.pdf>
10. Trevogo, E. Ilkiv, M. Galyarnyk Analysis of the current state of land surveying of Ukraine //Modern achievements of geodetic science and production issue II (38), 2019 p. 54-62
11. Rudnytskaya N. V. Modern coordinate base of Respublika Belarus //. Automated research and design technologies (2013), No. 1, pp. 86–88
12. V.D. Shipulin Systems of land administration // study guide // Kharkiv KhNUMG 2016 221p. RL: <https://core.ac.uk/download/pdf/78066649>
13. Williamson Ian. Land administration for sustainable development /Ian Williamson, Stig Enemark, Jude Wallace, Abbas Rajabifard. – Esri Press. 2010, 506 p. <http://www.esri.com/landing-pages/industries/land-administration/e-book#sthash.KF25CaWH.dpbs>
14. Land administration guidelines with Special Reference to Countries in Transition. – United Nations Economic Commission for Europe. – 1996. – 112 p.<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/>
15. Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On the approval of the Concept of Reforming Local Self-Government and Territorial Organization of Power in Ukraine" dated April 1, 2014 No. 333
16. United Nations–FIG Bathurst Declaration on Land Administration for Sustainable Development: Development and Impact. – 1999 – 12 p. <http://www.sli.unimelb.edu.au/UNConf99/proceedings.htm>
17. Land administration in the UNECE region. Development trends and main principles. – United Nations Economic Commission for Europe. – 2005 . – 112 p. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2005/wpla/ECE-HBP>

APPLICATION OF MATHEMATICAL PROCESSING METHODS AND GIS TECHNOLOGIES IN TERRITORY DEVELOPMENT PLANNING

***Abstract.** The geospatial development of territories in Ukraine has recently been very rapid. Territorial communities were formed instead of the previously formed village, settlement, and city councils, which united village, settlement, and city councils. Changes in the management structure of newly formed territories require their geospatial definition in a single digital cartographic system. In this regard, the problem of geodetic filling of the State Geocadastrе databases with geospatial data on the boundaries of territorial communities with the selection and establishment of the boundaries of settlements included in these communities and the development of master plans for the changed territories of settlements needs to be solved. Determining the coordinates of the turning points of the newly created territories directly depends on the accuracy of the determination of the initial geodetic data, which are the points of the State Geodetic Network, for this it is necessary to solve the scientific problems of equidistant or non-discrete measurements in geodetic practice. Entering geospatial data about the boundaries of the territories of communities, settlements, objects, and land plots into the database of a single digital cartographic system by developing urban planning documentation and land management documentation requires the accuracy of the initial geodetic data. Mathematical processing of the initial geodetic data at the points of the State Geodetic Network using GPS observation methods made it possible to obtain the initial geodetic data, which enabled practical application in the determination of geospatial data and the development of digital cartographic materials – the geodetic basis on the territory of populated areas. As a result of the research, digital cartographic data on settlements were built for the further development of master plans and the boundaries of their territories were established and entered into the database of the State Geocadastrе of Ukraine.*

***Key words:** territorial planning, geospatial data, digital cartographic materials, mathematical processing.*

Kazachenko D.A.

Teacher at the Road Design, Geodesy and Land Management Department,
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

Kazachenko L.M.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Road Design, Geodesy and Land
Management Department,
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

Kazachenko V.A.

Postgraduate Student at the Department of Urban Construction of the Educational and Scientific
Institute for the Training of Highly Qualified Personnel,
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv