



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ТРАНСФОРМУВАННЯ КООРДИНАТ З АРХІВНОЇ СИСТЕМИ (ВАРАШ-42) У ДІЮЧУ (МСК-56) У СЕРЕДОВИЩІ QGIS

Виконав: студент 4 курсу, групи ГІСТ-20
Напрямок підготовки 193 «Геодезія та землеустрій»
Спеціалізація «Геоінформаційні системи і технології»
Ротачов Н. Ю.

Керівник: асистент, **Кінь. Д.О**

Мета, об'єкт, предмет дослідження

Мета бакалаврської роботи:

Реалізувати метод трансформування координат з архівної системи (Вараш-42) у діючу (МСК-56) у середовищі QGIS для забезпечення дотримання єдиних вимог щодо системи координат, в якій подаються координатні описи геопросторових об'єктів.

Об'єкт дослідження:

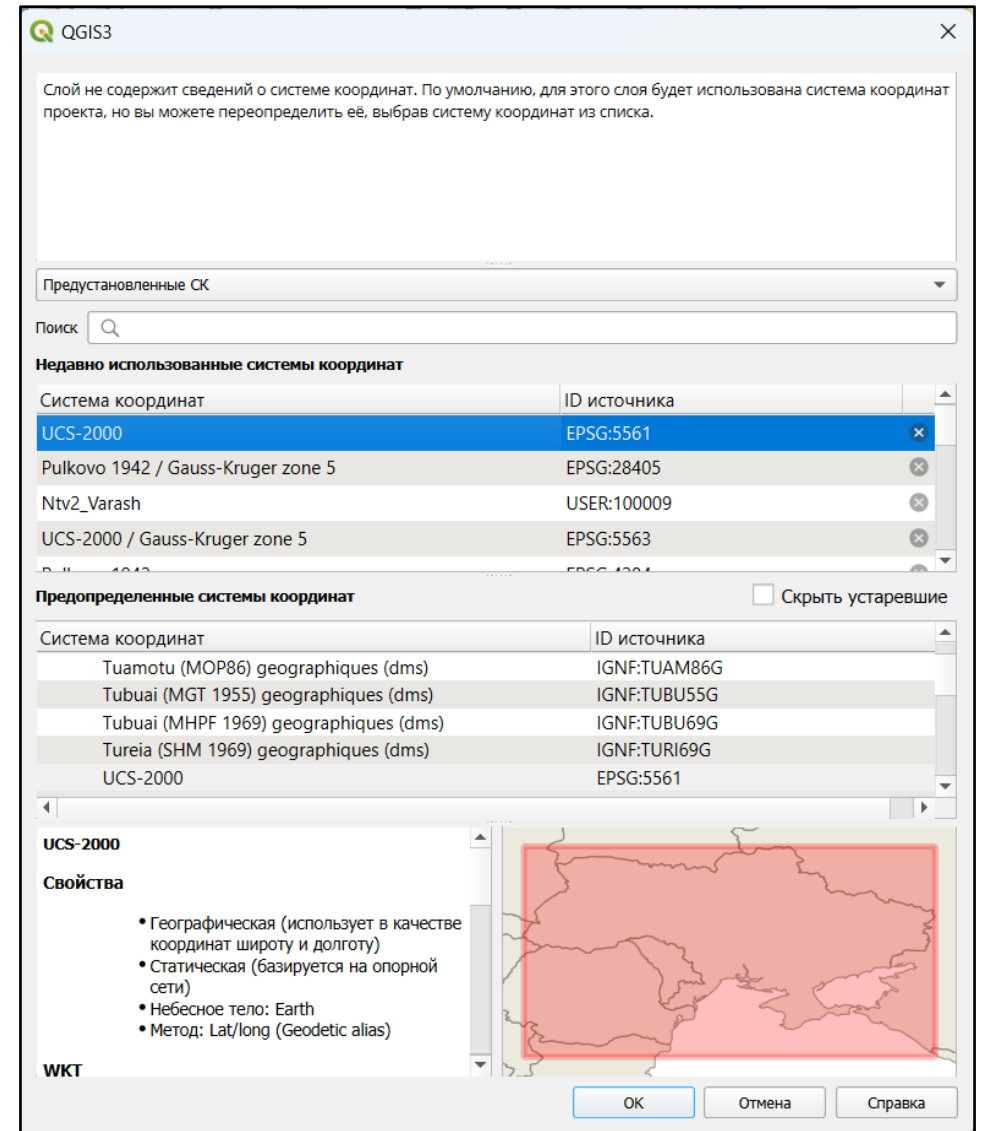
Державна референсна система координат УСК-2000.

Предмет дослідження:

Методика трансформування координат з архівної в діючу у геоінформаційному середовищі.

Основні завдання дипломної роботи:

- 1) обґрунтувати необхідність трансформування координат з архівних у діючу систему координат;
- 2) проаналізувати нормативно-технічне і нормативно-правове забезпечення щодо використання системи координат УСК-2000;
- 3) описати методику трансформування координат за допомогою GRID моделі у форматі NTV2 з МСК (Вараш-42) в МСК-56;
- 4) реалізувати методику трансформування у середовищі геоінформаційної системи QGIS;
- 5) виконати оцінку точності отриманих результатів трансформування.



Додавання опису трансформаційного поля NTV2 на територію м. Вараш

РОЗДІЛ 1. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТРАНСФОРМУВАННЯ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ КООРДИНАТ З АРХІВНИХ У ДІЮЧІ СИСТЕМИ КООРДИНАТ

1. Обґрунтування необхідності трансформувати координати з архівних у діючі системи координат
2. Нормативно-правове регулювання щодо використання діючих та архівних систем координат
3. Аналіз останніх досліджень щодо питання трансформування та перетворення координат

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТРАНСФОРМУВАННЯ КООРДИНАТ ЗА ДОПОМОГОЮ GRID МОДЕЛІ У ФОРМАТІ NTV2 З МСК (ВАРАШ-42) В МСК-56

1. Опис систем координат МСК (Вараш-42) та МСК-56
2. Опис методики
3. Опис вихідних даних

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ТРАНСФОРМУВАННЯ КООРДИНАТ ЗА ДОПОМОГОЮ GRID МОДЕЛІ У ФОРМАТІ NTV2 У СЕРЕДОВИЩІ QGIS

1. Додавання незареєстрованих систем координат в середовищі QGIS
2. Додавання трансформаційного поля в QGIS та виконання трансформації координат
3. Оцінка точності результатів трансформації

Обґрунтування необхідності трансформувати координати з архівних у діючі системи координат

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2004 року № 1259 «Деякі питання застосування геодезичної референцної системи координат», Державній службі з питань геодезії, картографії та кадастру було доручено вжити заходів до створення і впровадження починаючи з 1 січня 2007 р. Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000. Створення та впровадження УСК-2000 було необхідним – використання радянських систем координат не відповідало сучасному рівню розвитку технологій, тож подекуди координатні розбіжності вимірювалися в метрах. Більше того, діюча система координат відкрила нові можливості для міжнародної співпраці та сприяла інтеграції в Європу, оскільки прив'язана до міжнародної земної референцної системи координат ITRS. Саме відмінність у прив'язках до систем відліку між архівними системами координат та УСК-2000 впроваджує спотворення та унеможливорює прямий перехід між ними.

Тож для використання у геоінформаційних системах топографо-геодезичних матеріалів, містобудівної та землевпорядної документацій, створених в архівних системах координат, **необхідне трансформування у діючу систему координат з максимальною точністю та мінімальними спотвореннями, які забезпечуються трансформаційними полями.**

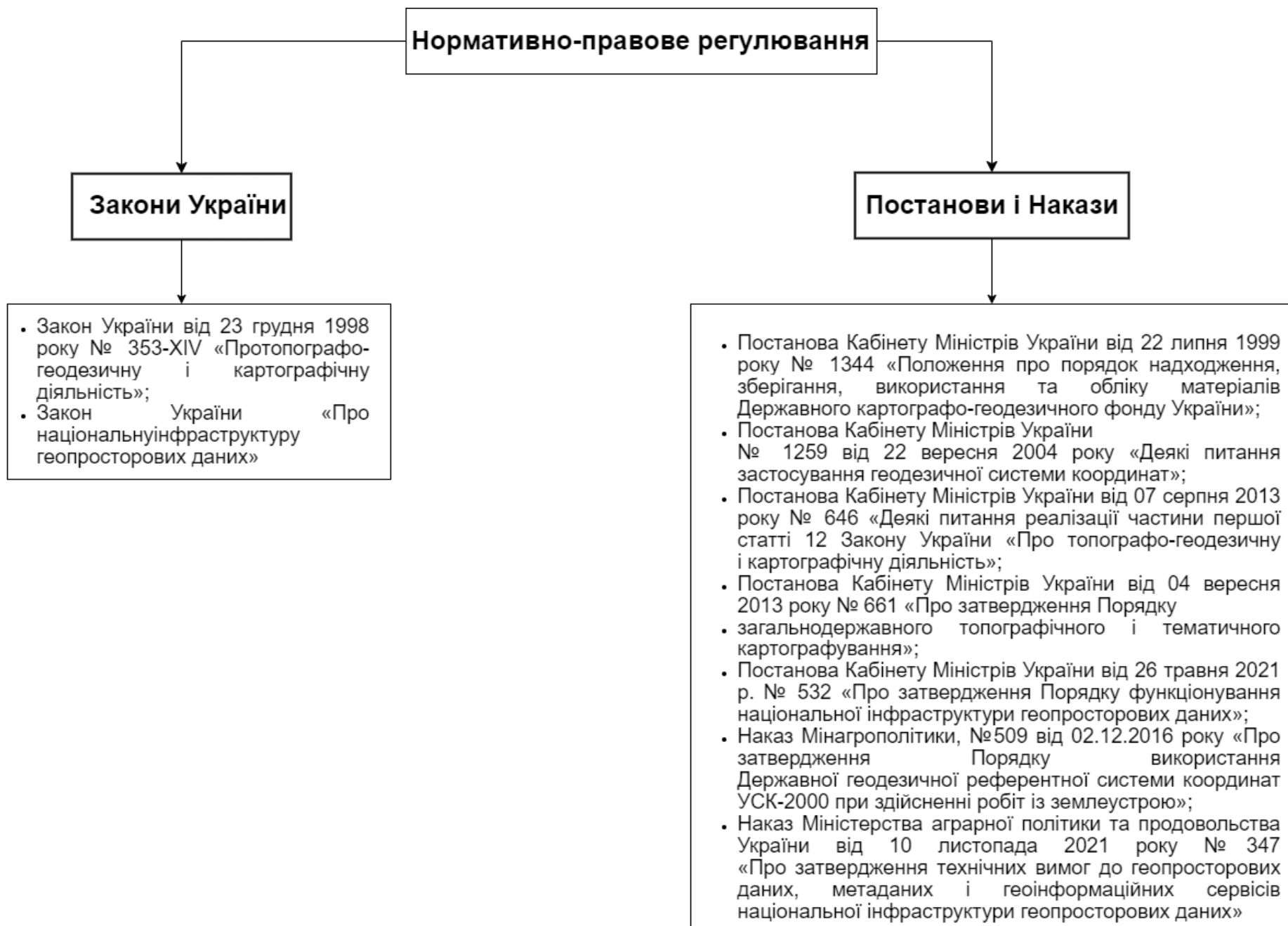
Аналіз останніх досліджень щодо питання трансформування та перетворення координат

Першість у питанні вивчення трансформування та перетворення координат в Україні належить державному підприємству **«Науково-дослідному інституту геодезії і картографії»**. Саме наукові співробітники вищезгаданого державного підприємства є авторами серії публікацій, направлених на *обґрунтування та дослідження методики трансформування*. У роботах проаналізовано основні методи трансформування, розглянуто доцільність їх використання для різних завдань (топографо-геодезичній, картографічній, землевпорядній та містобудівній діяльності).



Логотип ДП «НДІГК»

Нормативно-методичне регулювання



Опис систем координат МСК (Вараш-42) та МСК-56

МСК-56 – місцева система координат, утворена від УСК-2000, на територію Рівненської області.

Вараш-42 – місцева система координат, утворена від СК-42, на територію міста Вараш.

У роботі було представлено описи цих систем координат у вигляді таблиць параметрів зв'язку та у вигляді датумів у форматі WKT. Нижче представлено табличний опис у вигляді параметрів зв'язку.

Опис МСК (Вараш-42)

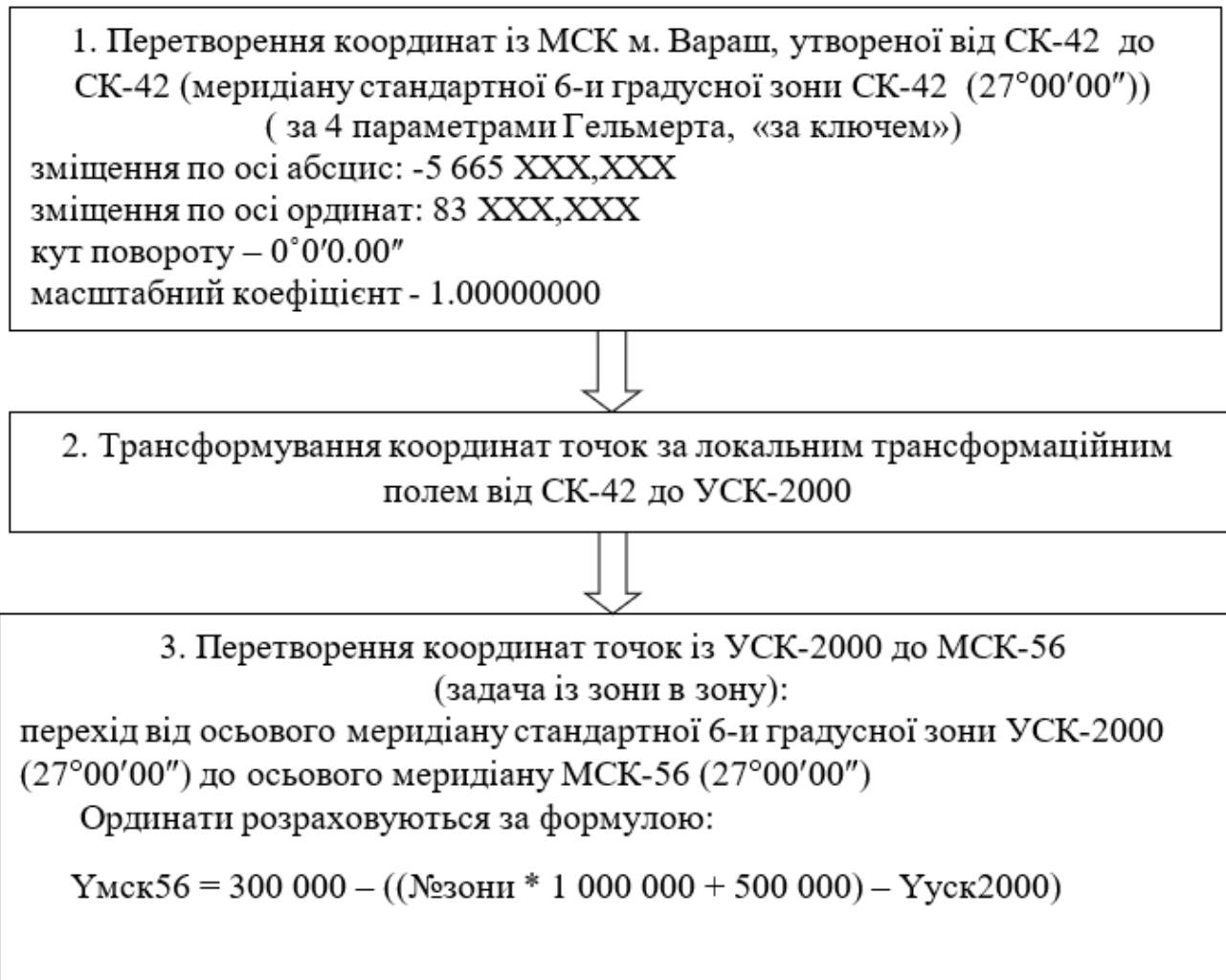
№	Назва параметру	Значення параметру
1.	Система координат від якої утворена місцева система координат	СК-42, проекція Гаусса-Крюгера
2.	Значення осьового меридіану місцевої системи координат	27°00'00"
3.	Зміщення початку місцевої системи координат по осі абсцис, м	-5 665 XXX,XXX
4.	Зміщення початку місцевої системи координат по осі ординат, м	83 XXX,XXX
5.	Кут повороту	0° 00' 00.000"
6.	Масштабний коефіцієнт	1.00000000

Опис МСК-56

№	Назва параметру	Значення параметру
1.	Система координат від якої утворена місцева система координат	УСК-2000, проекція Гаусса-Крюгера
2.	Значення осьового меридіану місцевої системи координат	27°00' 00.00"
3.	Зміщення початку місцевої системи координат по осі абсцис, м	0.000
4.	Зміщення початку місцевої системи координат по осі ординат, м	300 000.00
5.	Кут повороту	0°00' 00.00"
6.	Масштабний коефіцієнт	1.00

Опис методики

Опис методики зручно представити у вигляді схеми трансформування координат:



Опис вихідних даних

Вихідні дані представляють собою геодезичні пункти ДГМ 2-3 класів та ГМЗ 4-го класу у форматі **.shp*. Першопочатково надані у вигляді:

- 1) Каталогів координат та висот пунктів в місцевій системі координат м. Вараш.
- 2) Каталогів координат та висот геодезичних пунктів в системі координат УСК-2000 та МСК-56, отриманих в результаті ГНСС-спостережень в 2023 році.



Схематичне зображення пунктів ДГМ на територію України

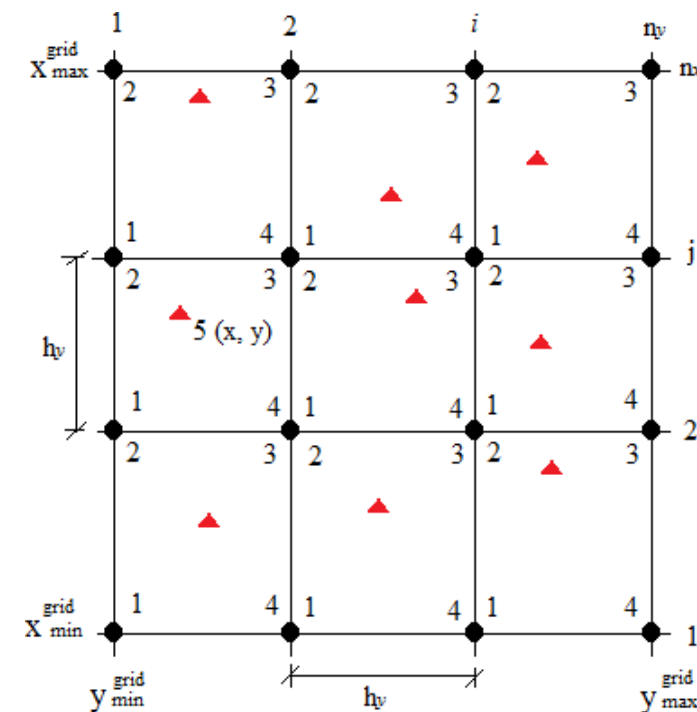
Опис вихідних даних

Побудова GRID-моделі виконана в три етапи:

- побудова трансформаційного поля у вигляді TIN-моделі (розбивка території міста на окремі трикутники, вершинами яких виступають суміщені геодезичні пункти);
- побудова регулярної сітки кроком 5×5 секунд;
- визначення поправок (інтерполяція) у координати вузлів сітки.

Регулярна сітка кроком 5×5 секунд побудована засобами геоінформаційної системи MapInfo.

Число комірок 60 (по осі ординат) \times 53 (по осі абсцис).



Зображення регулярної сітки

Опис вихідних даних

Вихідні координати точок в МСК (Вараш-42)

Індекс	Нові назви	Клас пункту	Хмск42	Умск42
M350821600	Вараш	2	24 52X,XXX	4 36X,XXX
M350238000	Дорожній	3	27 83X,XXX	6 40X,XXX
M350242010	80	4	25 570,021	3 987,747
M350241020	99	4	28 537,092	5 163,575
M350241060	132	4	27 303,168	2 748,703
M350241090	139	4	26 216,945	2 880,974
M350242030	195	4	25 321,741	6 511,161
M350842130	6	4	23 791,365	4 336,541
M350842150	м30	4	22 870,250	6 597,159
M350842170	539	4	22 529,788	8 206,029
M350843640	74	4	25 860,451	3 509,904
M350843020	151	4	26 927,169	3 978,112
M350843040	211	4	23 093,714	8 178,954
M350843060	500	4	23 410,640	5 493,011
M350843080	502	4	23 782,603	4 980,276
M350843110	508a	4	23 752,175	4 619,499
M350843120	509	4	23 603,082	4 816,976
M350843140	873	4	23 527,016	7 160,418
M350843160	16417	4	23 928,644	5 773,165
M350843180	11175	4	26 173,935	4 479,969
M350843630	Rp12	4	22 792,128	5 319,582
M350843250	Дачі	4	22 286,396	6 340,369
M350843290	м32	4	23 117,323	6 816,731
M350843330	м61	4	24 414,037	6 738,775
M350843230	16687	4	23 807,027	5 701,381

Вихідні координати точок в УСК-2000

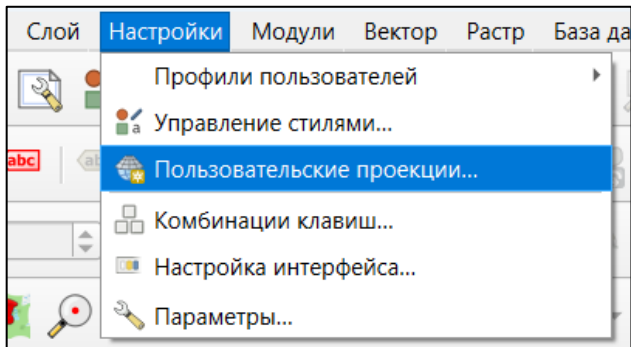
Індекс	Нові назви	Клас пункту	X2000	Y2000
M350821600	Вараш	2	5 689 71X,XXX	5 421 04X,XXX
M350238000	Дорожній	3	5 693 02X,XXX	5 423 08X,XXX
M350242010	80	4	5 690 757,385	5 420 669,717
M350241020	99	4	5 693 724,431	5 421 845,551
M350241060	132	4	5 692 490,474	5 419 430,635
M350241090	139	4	5 691 404,266	5 419 562,961
M350242030	195	4	5 690 509,150	5 423 193,217
M350842130	6	4	5 688 978,597	5 421 018,631
M350842150	м30	4	5 688 057,586	5 423 279,195
M350842170	539	4	5 687 717,134	5 424 888,138
M350843640	74	4	5 691 047,741	5 420 191,899
M350843020	151	4	5 692 114,488	5 420 659,998
M350843040	211	4	5 688 281,035	5 424 860,976
M350843060	500	4	5 688 597,804	5 422 175,032
M350843080	502	4	5 688 969,780	5 421 662,261
M350843110	508a	4	5 688 939,354	5 421 301,458
M350843120	509	4	5 688 790,243	5 421 498,951
M350843140	873	4	5 688 714,356	5 423 842,547
M350843160	16417	4	5 689 115,821	5 422 455,126
M350843180	11175	4	5 691 361,294	5 421 161,956
M350843630	Rp12	4	5 687 979,295	5 422 001,531
M350843250	Дачі	4	5 687 473,599	5 423 022,511
M350843290	м32	4	5 688 304,644	5 423 498,805
M350843330	м61	4	5 689 601,423	5 423 420,822
M350843230	16687	4	5 688 994,206	5 422 383,361

Вихідні координати точок в МСК-56

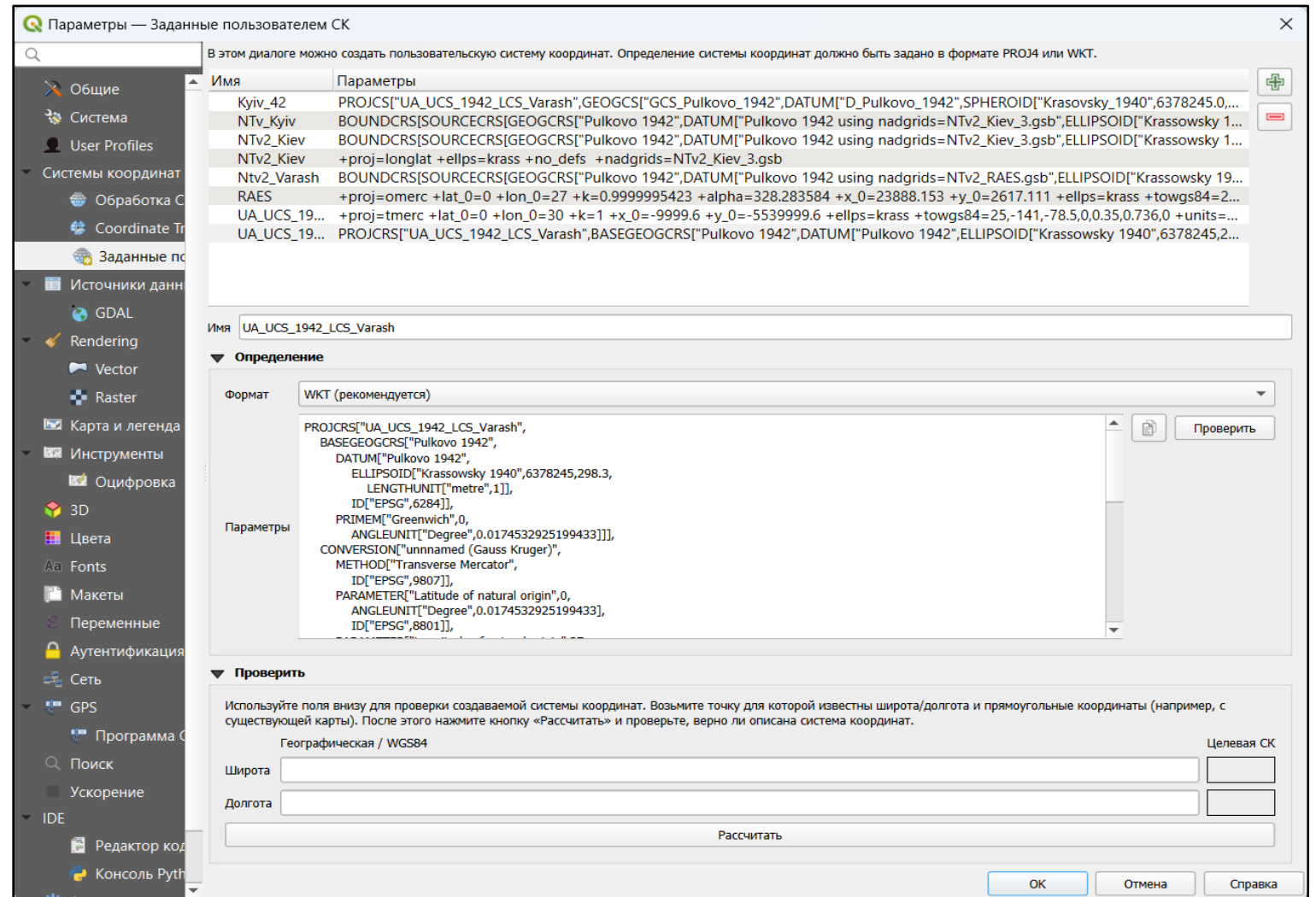
Індекс	Нові назви	Клас пункту	Хмск56	Умск56
M350821600	Вараш	2	5 689 71X,XXX	221 04X,XXX
M350238000	Дорожній	3	5 693 02X,XXX	223 08X,XXX
M350242010	80	4	5 690 757,385	220 669,717
M350241020	99	4	5 693 724,431	221 845,551
M350241060	132	4	5 692 490,474	219 430,635
M350241090	139	4	5 691 404,266	219 562,961
M350242030	195	4	5 690 509,150	223 193,217
M350842130	6	4	5 688 978,597	221 018,631
M350842150	м30	4	5 688 057,586	223 279,195
M350842170	539	4	5 687 717,134	224 888,138
M350843640	74	4	5 691 047,741	220 191,899
M350843020	151	4	5 692 114,488	220 659,998
M350843040	211	4	5 688 281,035	224 860,976
M350843060	500	4	5 688 597,804	222 175,032
M350843080	502	4	5 688 969,780	221 662,261
M350843110	508a	4	5 688 939,354	221 301,458
M350843120	509	4	5 688 790,243	221 498,951
M350843140	873	4	5 688 714,356	223 842,547
M350843160	16417	4	5 689 115,821	222 455,126
M350843180	11175	4	5 691 361,294	221 161,956
M350843630	Rp12	4	5 687 979,295	222 001,531
M350843250	Дачі	4	5 687 473,599	223 022,511
M350843290	м32	4	5 688 304,644	223 498,805
M350843330	м61	4	5 689 601,423	223 420,822
M350843230	16687	4	5 688 994,206	222 383,361

Додавання незареєстрованих систем координат в середовищі QGIS

Оскільки QGIS використовує для опису систем координат репозиторій EPSG, в якому відсутній датум МСК (Вараш-42), необхідно власноруч додати його в розділ «Користувацькі проекції».



Відкриття розділу «Користувацькі проекції»



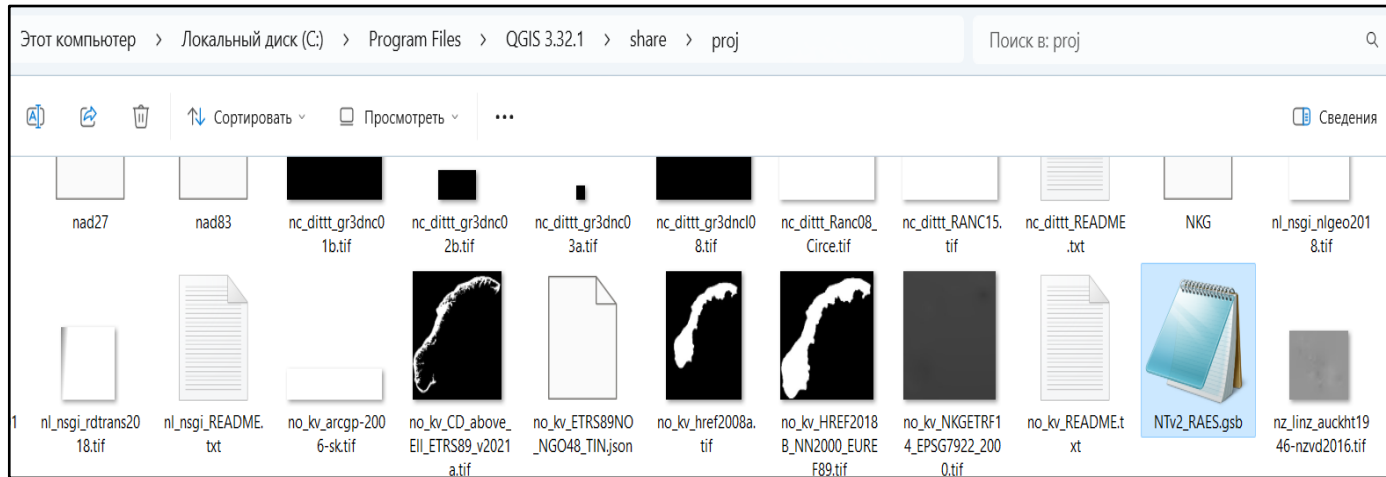
Додавання опису користувацької СК МСК (Вараш-42)

Додавання трансформаційного поля в QGIS та виконання трансформації координат

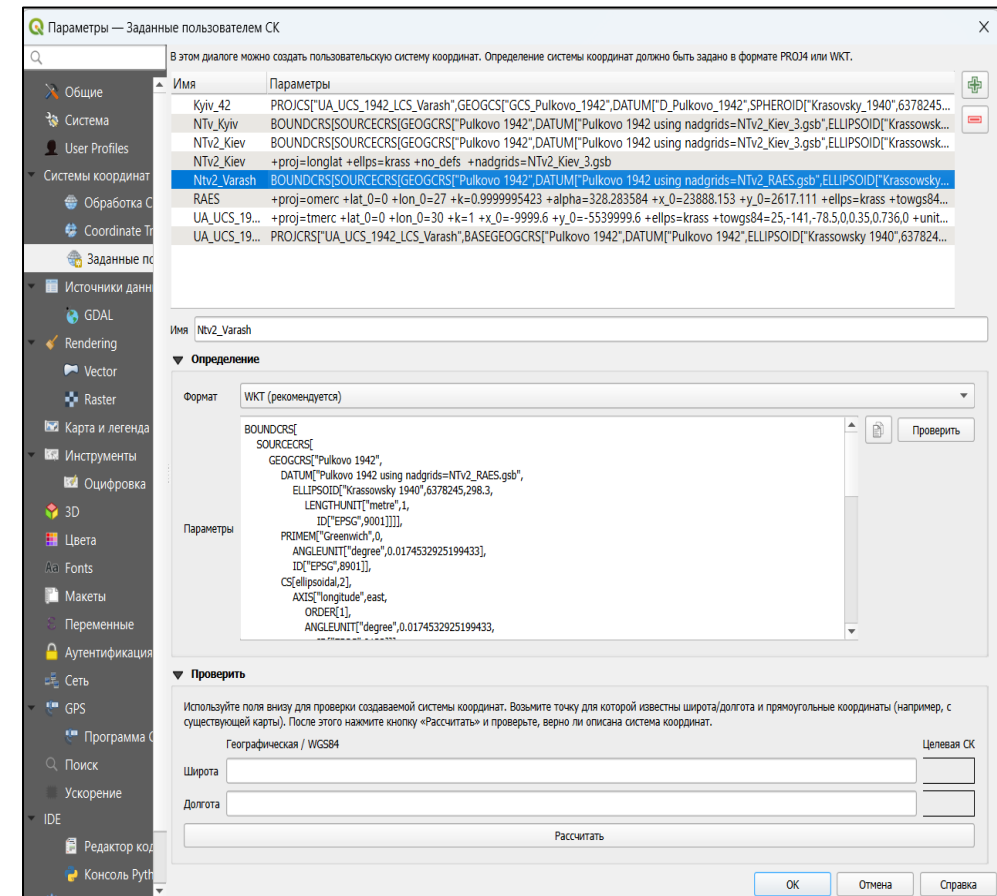
Перед тим, як приступити до виконання трансформації координат, необхідно додати трансформаційне поле в QGIS.

Процес додавання трансформаційного поля NTV2 в QGIS ділиться на два етапи:

- 1) Запис файлу трансформаційного поля формату «gsb» в папку: ...\\QGIS \\share\\proj.
- 2) Додавання датуму трансформаційного поля в розділ «Користувацькі проекції».



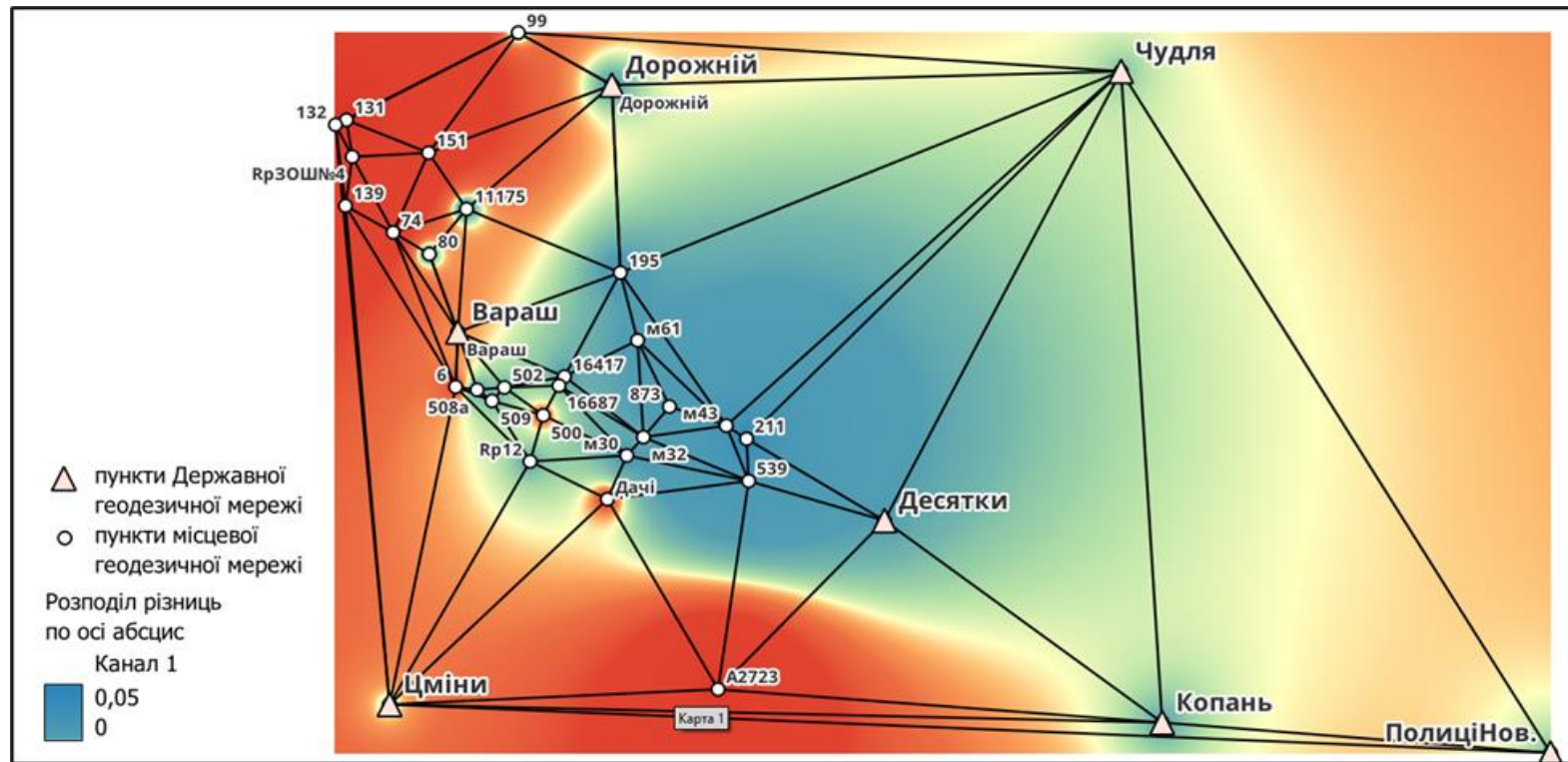
Файл трансформаційного поля, записаний в папку «proj»



Сам процес трансформування полягає у експорті робочого векторного шару (СК-42 (5 зона)) з заданням цільової СК – датумом трансформаційного поля.

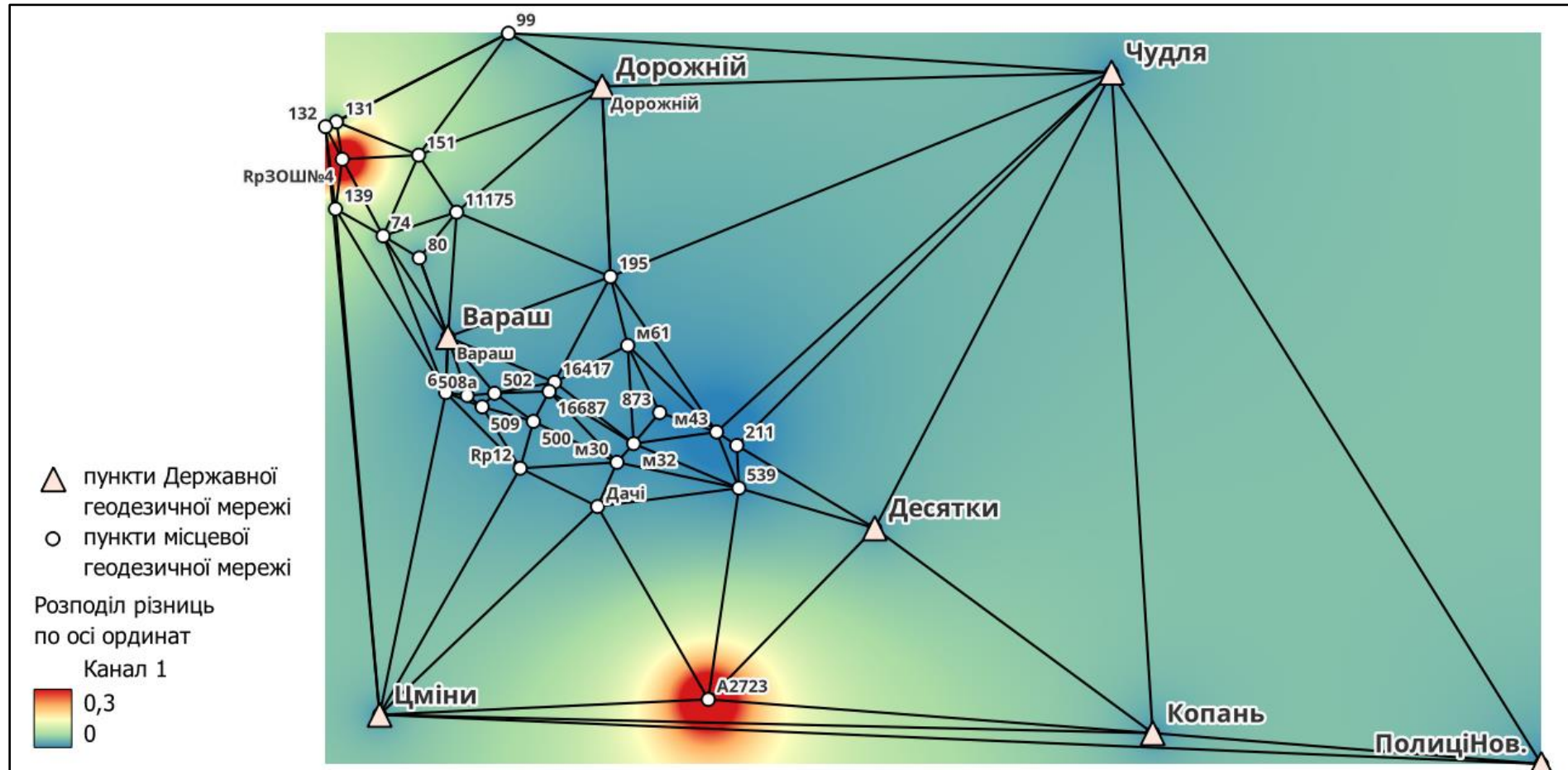
Оцінка точності трансформації

За результати дослідження встановлено, що середня квадратична похибка одиниці ваги складає 0,024 метра. Оскільки контрольні координати були отримані з точністю не гірше 0,05 метрів, можна зробити висновок, що отримані за допомогою локального трансформаційного поля NTv2 на територію м. Вараш координати є придатними для використання.



Візуалізація розподілу різниць координат по осі абсцис (наведено у м)

Оцінка точності трансформації

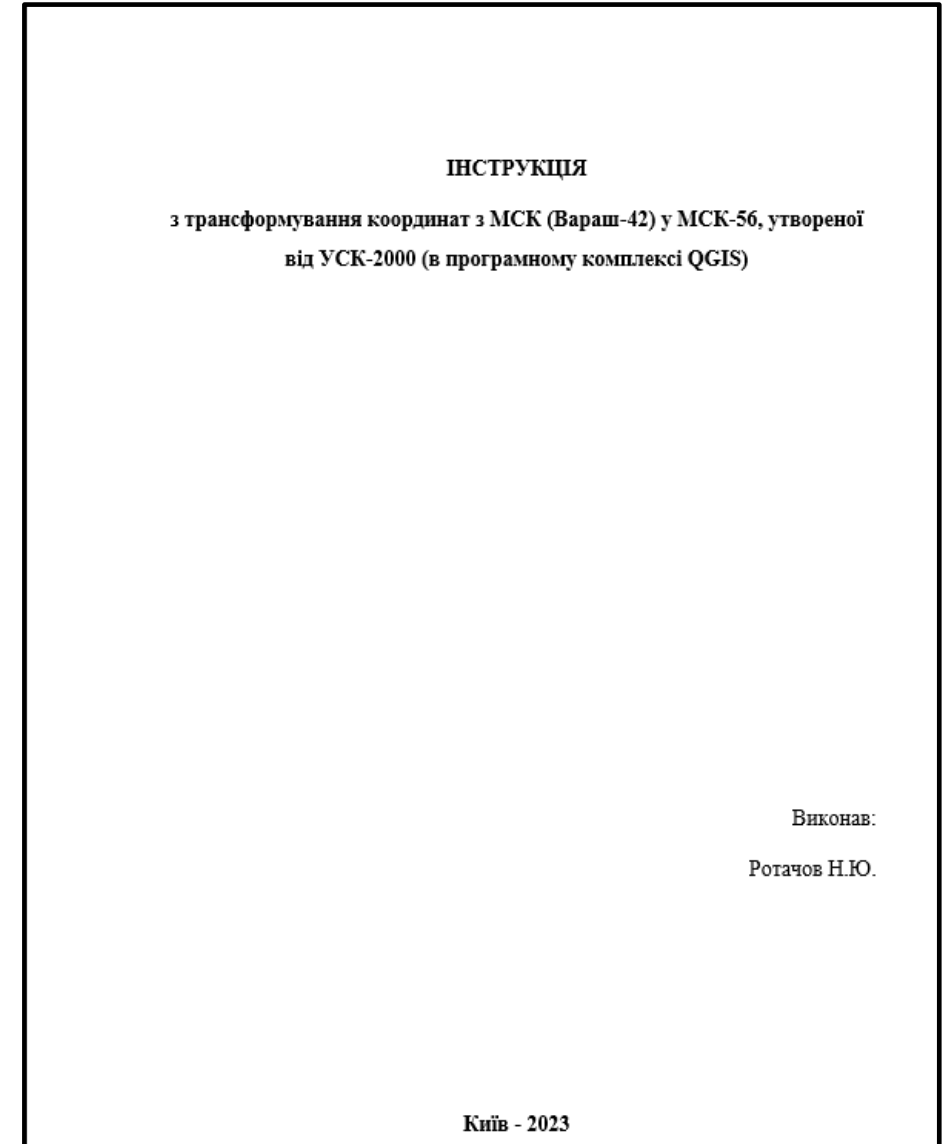


Візуалізація розподілу різниць координат по осі ординат (наведено у м)

Апробація результатів дослідження

Результати дослідження опубліковані у науково-технічному збірнику «Містобудування та територіальне планування», який належить до фахових видань України категорії «Б».

Також у ході дослідження для ДП «НДІГК» було створено інструкцію «Інструкція з трансформування координат з МСК (Вараш-42) у МСК-56, утвореної від УСК-2000 (в програмному комплексі QGIS)». Інструкція була написана під керівництвом к.т.н. Куриляка Ігоря Степановича.



Титульна сторінка інструкції

Висновки

У цій дипломній роботі вирішено такі задачі:

- 1) Обґрунтовано необхідність трансформування координат з архівних у діючу систему координат. Відмінність у прив'язках до систем відліку між архівними системами координат та УСК-2000 впроваджує спотворення та унеможлиблює прямий перехід між ними;
- 2) Проаналізовано нормативно-технічне і нормативно-правове забезпечення щодо використання системи координат УСК-2000. Було розглянуто 8 актів, що регламентують використання вищезгаданої системи координат. Зокрема, в цих актах зазначено, що виконання топографо-геодезичних, топографічних та робіт із землеустрою здійснюється з застосуванням Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000. Держателі зазначених матеріалів зобов'язані використовувати УСК-2000 у своїй професійній сфері задля забезпечення інтероперабельності даних;
- 3) Описано методику трансформування координат за допомогою GRID моделі у форматі NTv2 з МСК (Вараш-42) в МСК-56: перетворення координат із МСК м. Вараш, утвореної від СК-42 до СК-42 (за 4 параметрами Гельмерта, трансформування координат точок за локальним трансформаційним полем від СК-42 до УСК-2000, перетворення координат точок із УСК-2000 до МСК-56 (задача із зони в зону);
- 4) Реалізовано методику трансформування у середовищі геоінформаційної системи QGIS. В основі методики лежить використання локального трансформаційного поля у форматі NTv2. Трансформаційне поле було реалізовано засобами QGIS – описане як користувацька система координат у форматі WKT з зазначенням бінарного файлу трансформаційного поля у форматі .gsb.
- 5) Виконано оцінку точності отриманих результатів трансформування. За результати дослідження встановлено, що середня квадратична похибка одиниці ваги складає 0,024 метра. Оскільки контрольні координати були отримані з точністю не гірше 0,05 метрів, можна зробити висновок, що отримані за допомогою локального трансформаційного поля NTv2 на територію м. Вараш координати є придатними для використання.

Дякую за увагу!