

DOI: 10.32347/2076-815x.2022.81.347-359

УДК 528.48:528.03

к.т.н., доцент **Трегуб М.В.**,

tregub.m.v@nmu.one, ORCID: 0000-0002-2205-5622, H-index 4,

к.т.н., доцент **Зуска А.В.**,

zuska.a.v@nmu.one, ORCID: 0000-0002-5693-6647, H-index 3,

к.т.н. **Трегуб Ю.Є.**,

tregub.yu.ye@nmu.one, ORCID: 0000-0002-6772-245X, H-index 3,

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

## ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЦЕНТРОЇДА РЕЖИМОУТВОРЮЮЧИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ САНІТАРНО-ЗАХИСНИХ ЗОН

*Досліджено особливості визначення положення джерела викиду шкідливих речовин залежно від конфігурації режимоутворюючого об'єкту та його розміщення на земельній ділянці, розраховано точність положення центроїда картометричним методом, обґрунтовано особливості проектування санітарно-захисних зон від центроїда.*

*Ключові слова: санітарно-захисна зона; географічний центр; геодезичні координати центроїда джерела викиду; режимоутворюючий об'єкт.*

**Постановка проблеми.** Загальновідомо, що промислові підприємства відносяться до групи режимоутворюючих об'єктів (РУО), які найчастіше негативно впливають на навколишнє природне середовище. До процесу проектування, визначення та формування СЗЗ задіяні фахівці різних галузей: екологи, містобудівники, землевпорядники, геодезисти, тощо. Навколо цих об'єктів у складі містобудівної документації обов'язково проектується санітарно-захисні зони (СЗЗ) безпосередньо від РУО. Інженери-землевпорядники проектують СЗЗ від межі земельної ділянки, на якій розташовано РУО, після чого виконують геодезичне встановлення меж СЗЗ на місцевості та здійснюють їх державну реєстрацію, як обмеження у використанні земель у Державному земельному кадастрі. Відповідно до наявних екологічних вимог, фахівці з екології проектують СЗЗ від центроїда джерела викиду. Для визначення координат центроїду джерела викиду та забезпечення державного обліку джерел викидів РУО, з-поміж іншого, необхідна копія технічного звіту з визначення геодезичних координат географічного центру (центроїда) джерела викиду, що визначається пунктом 3 Інструкції про порядок та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих

речовин, що викидаються в атмосферне повітря [1]. Таким чином, дослідження точності положення центроїда джерела викиду РУО є актуальною науково-прикладною міждисциплінарною задачею для подальшого обґрунтування встановлення СЗЗ РУО на місцевості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наукові дослідження та публікації стосовно точності визначення координат центроїда джерела викидів в науковій періодиці України відсутні. Лише автором [2] розроблено та обґрунтовано структурну модель бази геопросторових даних, яка може забезпечити реалізацію геоінформаційних систем для комплексного використання в процесах проектування СЗЗ. Тобто за допомогою геоінформаційних систем та встановлених певних критеріїв до побудови СЗЗ можна автоматично проектувати СЗЗ. Проте складність і неоднозначність об'єкту дослідження вимагає опрацювання нестандартних підходів. Враховуючи той факт, що сьогодні всі роботи виконуються за допомогою засобів ГІС, то загалом виникає питання щодо доцільності виконання робіт з визначення координат центроїда джерела викиду за наявності якісних геоінформаційних продуктів та визначених геопросторових даних. Іншою публікацією за темою дослідження є [3], у якій авторами досліджуються специфічні процеси забезпечення екологічної стійкості в межах СЗЗ підприємств вугільної промисловості. Слід зауважити, що додаткових публікацій, які прямо чи опосередковано стосуються теми дослідження виявлено не було.

**Метою** роботи є обґрунтування визначення точності геодезичних координат центроїда СЗЗ картометричним методом.

**Постановка завдання.** У цьому дослідженні авторами визначено можливі варіанти положення центроїду джерела викиду залежно від конфігурації РУО, планувальних моделей СЗЗ та обґрунтовано точність визначення геодезичних координат центроїда залежно від методу його визначення.

**Виклад основного матеріалу.** Центроїд у математиці – це центральна точка багатокутника, яку використовують для поєднання графічної та атрибутивної інформації [4]. В географії – центроїд деякої території на земній поверхні відомий, як географічний центр.

Фахівці з екології й охорони навколишнього природного середовища, інженери-землепорядники та інженери-геодезисти оперують терміном – географічний центр (центроїд) джерел викидів промислових підприємств.

Орієнтовний порядок визначення геодезичних координат центроїда площинного об'єкту забруднення такий:

– аналіз наявних на відповідну місцевість топографічних карт масштабів 1:5000, 1:10000, 1:25000 або топографічних планів 1:2000 -1:5000;

- представлення площинного об'єкту забруднення у вигляді моделі місцевості з вузлами регулярної сітки для визначення його координат;
- за топографічними картами масштабів 1:5000, 1:10000, 1:25000 визначаються координати вузлів регулярної сітки у системі координат СК-42 або за топографічними планами масштабів 1:2000 – 1:5000 у місцевій системі координат, зокрема СК-63;
- від отриманих координат у СК-42 або місцевій системі координат здійснюється перехід до системи координат WGS-84.

Винятком може бути ситуація, коли топографо-картографічні матеріали на необхідну місцевість відсутні або не відповідають існуючій ситуації місцевості, тоді застосовуються методи наземних вимірювань.

Для забезпечення функціонування підприємства на території якого знаходиться РУО, необхідно одержати дозвіл на викиди шкідливих речовин, який підтверджується наявністю відповідних документів, щоб поставити РУО на державний облік та встановити навколо нього СЗЗ.

Режимоутворюючі об'єкти поділяються на три групи, відповідно до яких відбувається їх взяття на державний облік. Якщо об'єкт належить до 2 групи (РУО, які не потребують залучення найсучасніших технологій) або 1 групи (РУО, які потребують залучення новітніх розробок та технологій) необхідний технічний звіт з визначення геодезичних координат (розробляється сертифікованими інженерами-землепорядниками та інженерами-геодезистами). Якщо об'єкт належить до 3 групи (підприємства, які не належать до 1 і 2 групи) необхідна лише довідка про визначення геодезичних координат географічного центру для об'єкту (погоджується замовником).

За результатами визначення координат географічного центру розробляється довідка або технічний звіт з визначення геодезичних координат центроїда, який є складовою звіту з оцінки впливу на довкілля. Технічний звіт є у переліку обов'язкових документів для взяття об'єкта на державний облік, шкідливі викиди якого забруднюють атмосферу. Ці документи подаються до Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [5].

Геодезичні координати центроїда РУО можуть бути розраховані незалежно від розміщення джерел викидів в межах земельної ділянки, на якій розташований РУО. Питання визначення геодезичних координат географічного центру РУО має вагомий значення не лише для безпосереднього встановлення СЗЗ, а також для відведення земельних ділянок у власність або користування третім особам в межах цих СЗЗ.

Доцільність встановлення СЗЗ від центроїду джерела викиду є логічною з точки зору простоти її проектування, але на практиці не застосовується. Знаючи координати центроїда джерела викиду шкідливих речовин у певних випадках

значно простіше запроєктувати та встановити на місцевості СЗЗ і зареєструвати у Державному земельному кадастрі, а у разі необхідності оновлювати дані про неї, у випадках зменшення або збільшення її площі. Якщо фахівцям-екологам потрібні геодезичні координати центроїда джерела викиду, і це є обов'язковою складовою документації з оцінки впливу на довкілля – то інженери-землевпорядники й інженери-геодезисти мають обґрунтувати усі можливі варіанти реалізації такого запиту зі своєї професійної точки зору.

Для виконання дослідження виділено три можливі варіанти місцезнаходження джерела викиду РУО.

1. Визначення центроїда для точкових режимоутворюючих об'єктів. Центроїд такого об'єкту є безпосереднім джерелом викиду шкідливих речовин і центром СЗЗ. Тобто від джерела викиду РУО залежно від класу його шкідливості встановлюється СЗЗ певного радіусу (рис. 1).

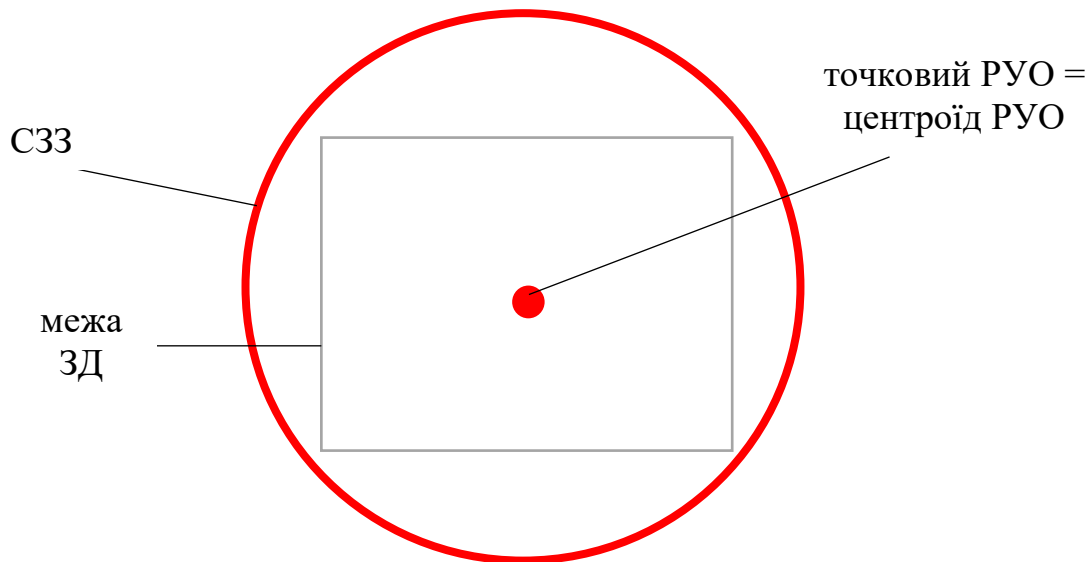


Рис. 1. Положення центроїду точкових РУО.

2. Визначення центроїда для площинних режимоутворюючих об'єктів (кар'єри, сміттєзвалища, складські приміщення відходів тощо). Положення центроїду джерела викиду буде залежати від конфігурації РУО і співпадатиме з центром СЗЗ (рис. 2). У цьому випадку СЗЗ буде мати конфігурацію замкнутого багатокутника вписаного в коло [6]. Визначення центроїда за таких припущень і просторових особливостей розміщення залежатиме від конфігурації РУО. На рис. 2 спрощено показано модель РУО і СЗЗ навколо нього, але у реальних ситуаціях конфігурація РУО є більш складною. У публікаціях [7-16] авторами проведені дослідження, які дозволяють підійти системно до просторових характеристик РУО та найбільш вдало підібрати математичну модель СЗЗ.

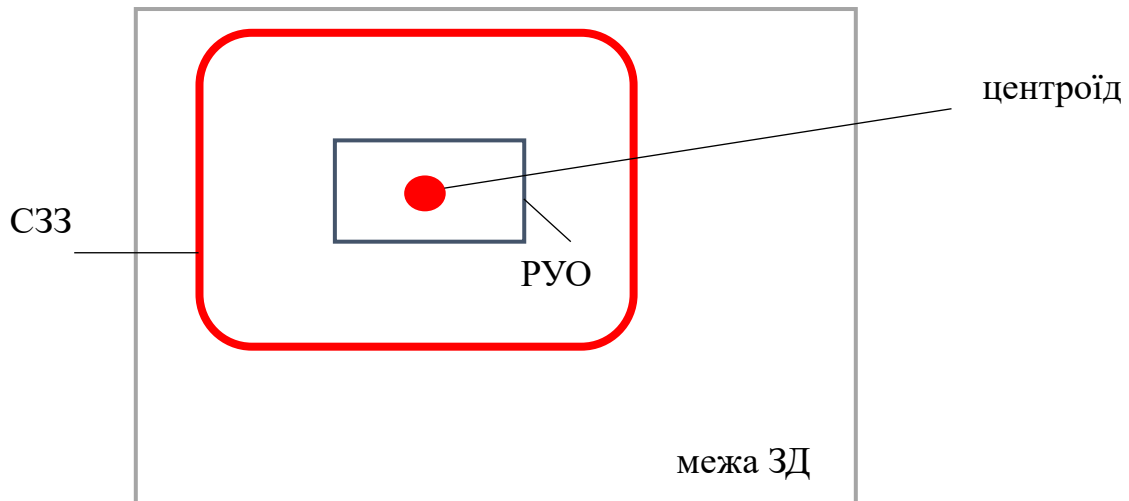


Рис. 2. Положення центроїду площинного РУО.

3. Визначення центроїда кількох РУО різного класу шкідливості на одній земельній ділянці та встановлення агрегованої СЗЗ. Коли на одній земельній ділянці розташовано кілька РУО різного класу шкідливості, тоді центроїд визначається як середнє положення між центроїдами кожного джерела викиду РУО (рис. 3).

У цьому випадку першочергово визначаються центроїди кожного джерела викиду РУО окремо. Від кожного центроїда встановлюється СЗЗ залежно від класу шкідливості РУО. Накладення СЗЗ між собою створює агреговану СЗЗ [5], яка проходить зовнішньою межею в результаті перетину.

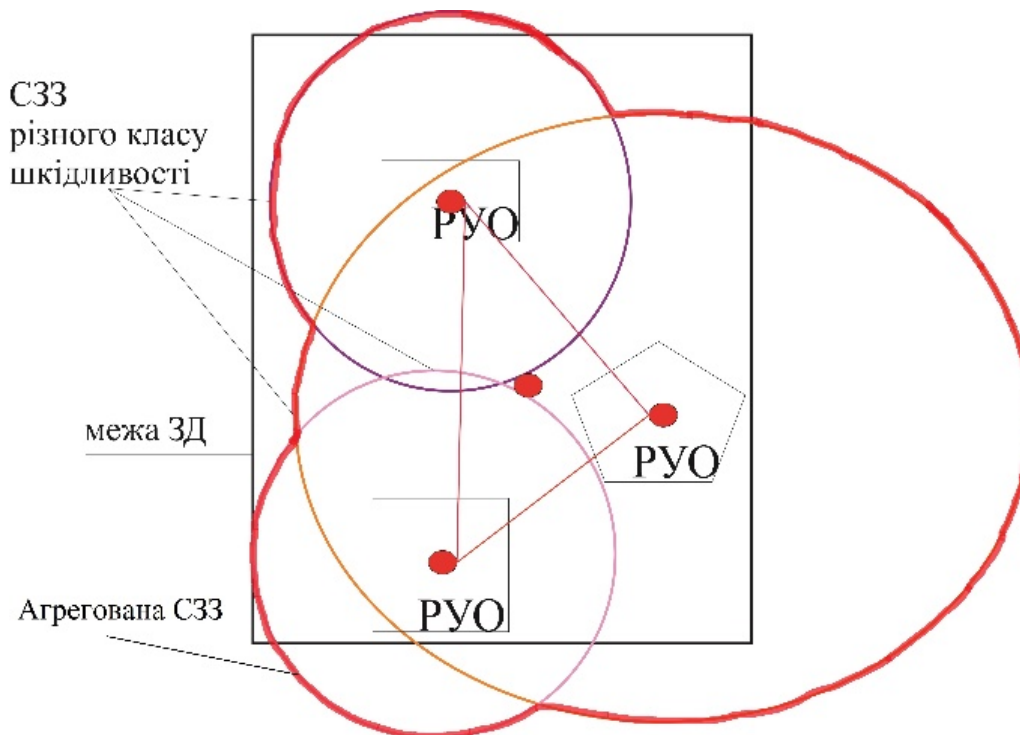


Рис. 3. Положення центроїду різних за конфігурацією та класом шкідливості режимоутворюючих об'єктів (агрегована СЗЗ).

У будь-якому випадку потрібно визначити координати центроїда забруднення. З'ясувати його місцеположення можна за допомогою графічних або наземних методів.

Для визначення координат графічним методом враховуємо, що точність географічної прив'язки географічного центру залежить від точності вихідних даних (масштабу топографо-картографічного матеріалу й точності нанесення регулярної сітки). Похибка визначення геодезичних прямокутних координат графічним способом на топографічній карті чи плані виражається формулою

$$\Delta = \delta M,$$

де  $\delta$  – похибка визначення на карті чи плані довжини відрізка або координати;  $M$  – знаменник масштабу топографічної карти чи плану.

Прийmemo, що координати вузлів регулярної сітки визначаємо з точністю 0,1 мм, тоді для масштабу 1:5000  $\Delta$  складе 0,50 м на місцевості, 1:2000 – 0,20 м і для 1:1000 – 0,10 м. Враховуючи графічну точність визначення координат за осями –  $\delta = 2\sqrt{(0,2)^2} = 0,3$  мм, похибка  $\Delta$  прийме значення 1,5, 1,2 і 0,30 м [17].

Для обґрунтування точності визначення координат центроїду джерела викидів графічним методом було використано публічну кадастрову карту України для об'єкту щодо якого здійснюється дослідження. За визначеними графічно прямокутними координатами в місцевій системі координат були обчислені координати центроїда для стандартних геометричних фігур: трикутник, чотирикутник і багатокутник, вписані в коло СЗЗ з відомими координатами (рис. 4).

Координати центроїда (центра ваги) в прямокутній плоскій системі координат обчислені за формулами 1.

$$X_0 = \sum X_i / n, Y_0 = \sum Y_i / n \quad (1)$$

де  $X_i$ ,  $Y_i$  – координати (абсциса та ордината) точок вузлів прямокутної сітки площинного об'єкта,  $n$  – кількість вузлів у межах контуру  $X_0$ ,  $Y_0$  – координати (абсциса та ордината) центроїду в місцевій системі.

Для визначення координат географічної прив'язки джерела викиду виконано перехід з місцевої прямокутної системи координат до географічної системи координат СК-42 і до системи в WGS-84 (табл. 1, 2).

Для визначення середніх квадратичних похибок координат центроїда різних фігур об'єкта графічним методом автори використали формулу Бесселя (2):

$$m = \sqrt{[\Delta^2] / (n - 1)}, \quad (2)$$

де  $\Delta = x - \bar{X}$  – відхилення від середнього арифметичного середнє.

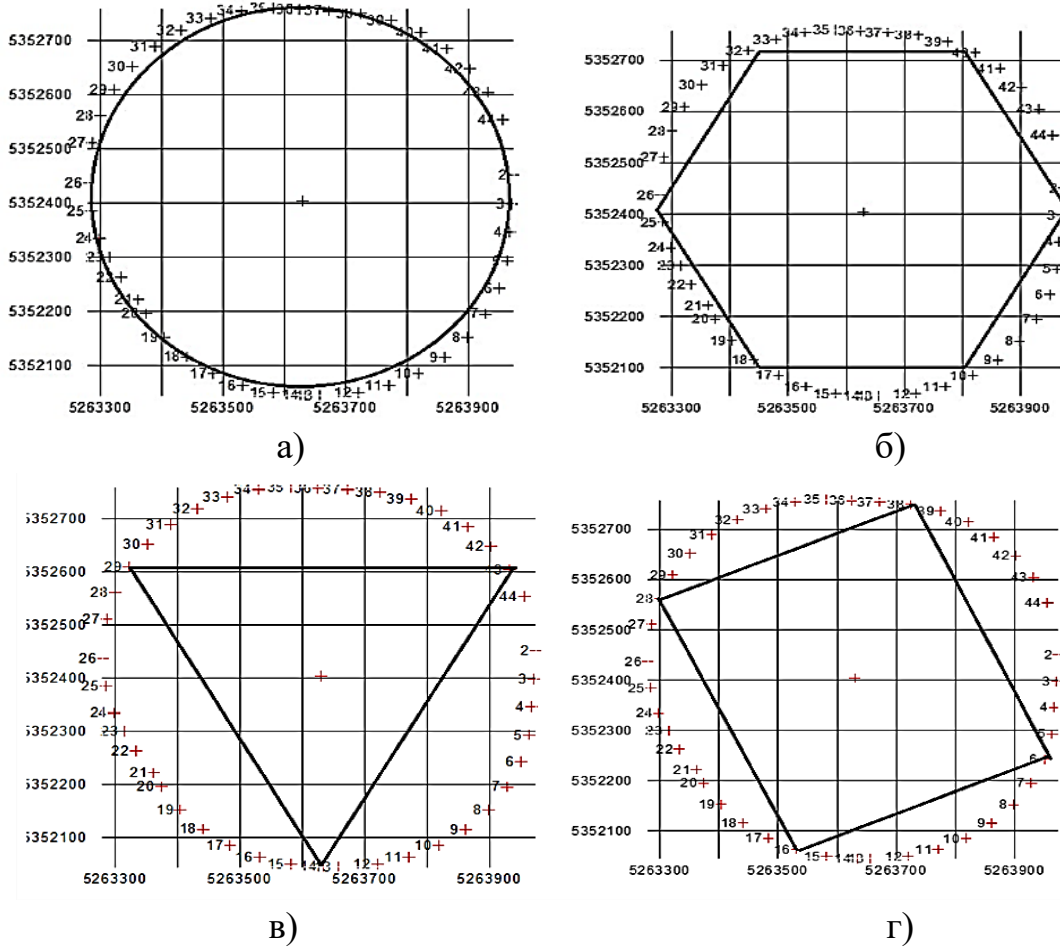


Рис. 4. Геометричні фігури для визначення координат центроїда: а – трикутник; б – прямокутник; в – коло; г – шестикутник.

Таблиця 1.

Розрахунок СКП положення географічного центру визначеного для різними формами об'єкта

Форма об'єкта для визначення центроїда	Обчислення середньої квадратичної похибки координат центроїда в місцевій системі координат					
	$X0 / n, м$	$Y0 / n, м$	$Vx, м$	$Vy, м$	$Vx^2, м$	$Vy^2, м$
Коло	5352403,8	5263628,5	0,42	0,88	0,04	0,77
Трикутник	5352403,4	5263627,6	0,02	-0,02	0,00	0,00
Прямокутник	5352404,0	5263626,8	0,62	-0,82	0,38	0,67
Шестикутник	5352402,3	5263627,6	-1,08	-0,02	1,16	0,00
Середнє значення	5362403,38	5263627,6	$\Sigma = -$ 0,02	$\Sigma =$ 0,02	$\Sigma = 1,58 м$ $m_x = 0,72$ М	$\Sigma = 1,44 м$ $m_y = 0,69 м$
					$m_{x,y} = 1,00 м$	

Таблиця 2.

## Розрахунок СКП положення географічного центру в СК 42 і WGS-84

Географічні координати в СК-42		$V\varphi''$	$V\lambda''$	Географічні координати в WGS-84		$\varphi''$	$V\lambda''$
$\varphi_0/n$	$\lambda_0/n$			$\varphi_0/n$	$\lambda_0/n$		
48°15'38,25"	23°48'58,89"	0,02	0,04	48 15 37,1	23 48 53,2	0	0,02
48 15 38,23	23 48 58,85	0	0	48 15 37,1	23 48 53,2	0	0,02
48 15 38,25	23 48 58,81	0,02	-0,04	48 15 37,1	23 48 53,1	0	-0,08
48°15'38,20"	23°48'58,85"	-0,03	0	48 15 37,1	23 48 53,2	0	0,02
48°15'38,23"	23°48'58,85"	$\Sigma 0,01''$ $m_\varphi = 0,02'' =$ 0,60 м	$\Sigma 0$ $m_\lambda = 0,03''$ $m_\lambda = 0,62$ м	48 15 37,1	23 48 53,18	$\Sigma 0''$ = 0,0	$\Sigma = -0,02''$ $m_\lambda = 0,04''$ $m_\lambda = 0,82$ м

За результатами обчислень отримано СКП положення центроїда в місцевій системі координат і склала  $m_{x,y} = 1,00$  м, в СК-42 за широтою  $m_\varphi = 0,02''$  і довготою  $m_\lambda = 0,03''$ , що складає в лінійній мірі за широтою 0,60, довготою 0,90 м і в WGS-84  $m_\varphi = 0$  і за довготою  $m_\lambda = 0,04''$ , що складає в лінійній мірі за широтою 0 м, за довготою 0,82 м на місцевості.

З урахуванням обчислень очевидно, що точність географічної прив'язки визначеного центроїда склала в межах вимог інструкцій для масштабу 1:5000

У зв'язку з тим, що повний текст інструкції [4] відсутній у вільному доступі, то, на жаль, невідомо, яку в її нормах встановлено точність до визначення геодезичних координат центроїда.

За неможливості застосування картографічних матеріалів (внаслідок невідповідності існуючих картографічних матеріалів ситуації місцевості), використовують методи наземних знімів і GPS вимірювань. Як видно з результатів обчислень, використання картометричного методу і центроїду загалом не є обґрунтованим з боку фахівців із геодезії, землеустрою та містобудування. Для екологічних потреб зазначеної точності на рівні М 1:5000 є достатньо, але для забезпечення дотримання прав на земельні ділянки така



точність є неприпустимою. У зв'язку з цим необхідно скористатися іншими методами визначення центру (центроїду) РУО.

**Висновки.** Проведене дослідження дозволило системно підійти до задачі визначення центру (центроїду) РУО, за результатами якого встановлено:

1. Системне вирішення завдання проектування і легалізації СЗЗ навколо РУО знаходиться в площині зацікавленості різних фахівців: екологів, містобудівників, землевпорядників, геодезистів тощо. Кожен із зазначених фахівців має певний набір вимог, які необхідно консолідувати для системного вирішення поставленого завдання.

2. У публікації проаналізована можливість використання картометричного методу визначення координат центроїду (центру) РУО та обґрунтовано точність виконання відповідних робіт. Маючи оновлені планово-картографічні матеріали можливо використовувати картометричний метод для швидкого визначення центроїду, що потенційно може влаштувати фахівців-екологів та містобудівників.

3. Точність визначення координат центроїду (центру) РУО з використанням картометричного методу становить на рівні точності М 1:5000, що для землевпорядників і геодезистів є не припустимим. Таке твердження базується на вимогах щодо ведення державного земельного кадастру та забезпечення точності виконання робіт під час інвентаризації земель.

4. Подальше дослідження слід продовжити для вирішення завдання визначення координат центроїду (центру) РУО за результатами сучасних наземних вимірювань без використання планово-картографічних матеріалів та формування пропозицій до розроблення відповідної методики, яка б задовольняла потреби екологів.

### Перелік посилань

1. Про затвердження Інструкції про порядок та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря: наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 10.05.2002 № 177 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0445-02#Text> (дата звернення: 8.06.2022).

2. Мусієнко, О.В. Технологія проектування санітарно-захисних зон з використанням ГІС. Містобудування та територіальне планування, 2010, 36: 284-290.

3. Symonenko, V.I., Pavlychenko, A.V., Cherniaiev, O.V., & Hrytsenko, L.S. (2015). Ecology saving technology of mineral deposit mining in the conditions of the sanitary protection zone. Mining of mineral deposits, 469-476.

4. Вікіпедія: веб-сайт. <https://cutt.ly/MLJgPa0>.
5. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України: веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/news/33071.html> (дата звернення 22.05.2022).
6. Трегуб Ю.Є. Удосконалення методів формування та державної реєстрації санітарно-захисних зон в Україні: дис. ... канд. техн. наук: 05.24.04 / Київський нац. ун-т буд. і арх. Київ, 2021. 177 с.
7. Ryabchii, V.A., Ryabchii, V.V., Trehub, M.V., Trehub, Yu.Ye. (2017). Substantiation of land parcel configuration in buffer zones. *Scientific Bulletin of National Mining University*, Issue 4, P 80-85.
8. Петраковська, О.С., Трегуб, М.В., Трегуб, Ю.Є. Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / – К., КНУБА, 2017. – Вип. 64. – С. 297-305.
9. Рябчій, В.В., Рябчій, В.А., Трегуб, М.В., Янкін, О.Є. Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / – К., КНУБА, 2018. – Вип. 67. – С. 413-423.
10. Trehub, M., Trehub, I. (2018). Opportunities and Constraints of Land Management in Local and Regional Development: Integrated Knowledge, Factors and Trade-offs. – P. 153-160.
11. Petrakovska, O., Trehub, Yu., Yankin, O. (2020). Determining and determinable factors influencing the size of zone of land-use restriction. *Min. miner. depos.*, 14(1):107-111.
12. Buzylo, V., Pavlychenko, A., Borysovska, O., Saveliev, D. (2019). Investigation of processes of rocks deformation and the earth's surface subsidence during underground coal min-ing. *E3S Web of Conferences*, 123, 01050. [doi.org/10.1051/e3sconf/201912301050](https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301050).
13. Buzylo, V., Pavlychenko, A., Savelieva, T., Borysovska, O. (2018). Ecological aspects of managing the stressed-deformed state of the mountain massif during the development of multi-ple coal layers. *E3S Web of Conferences*, 60, 00013. [doi.org/10.1051/e3sconf/20186000013](https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000013).
14. Gavrilov, O.E., Eremeeva, S.S., Karaganova, N.G., Kazakov, A.V., Mironov, A.A. (2021, March). Ecological activity area formation of an industrial enterprise: applied aspects. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 677, No. 5, p. 052059). IOP Publishing. Electronic mode of access: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/677/5/052059/pdf>.
15. Shaimerdenova, A., Tireuov, K., Kerimova, U., & Mursali-mova, E. (2020). Development of Industrial and Urban Areas in the Context of Ecological and Economic Security. *Journal of Environmental Management & Tourism*, 11(1 (41)), 65-72.
16. Pavlychenko, A., Yu, Fedotov, V., & Rudchenko, A. (2017). Development of methodological approaches to environmental evaluation of the influence of man-

made massifs on the environmental objects. *Technology Audit and Production Reserves*, 4(3(36)), 22–26. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.109243>

17. Про затвердження Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500: наказ Головного управління геодезії, картографії та кадастру від 09.04.1998 № 56 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text> (дата звернення: 09.04.2022).

Candidate of Technical Science **Mykola Trehub**,  
professor of the Department of Geodesy,  
Candidate of Technical Science **Ada Zuska**,  
associate Professor of the Department of Geodesy,  
Candidate of Technical Science **Yuliia Trehub**,  
assistant of the Department of Geodesy,  
Dnipro University of Technology, Dnipro

## PECULIARITIES OF DETERMINING THE CENTROID OF REGIMEOUS OBJECTS FOR THE ESTABLISHMENT OF SANITARY PROTECTIVE ZONES

Industrial enterprises belong to the group of regime-forming objects (RFO), which most often have a negative impact on the surrounding natural environment. Specialists from various fields are involved in the process of design, definition and formation of sanitary protection zones (SPZ): ecologists, urban planners, land surveyors, surveyors, etc. SPZ must be designed around these objects as part of the urban planning documentation directly from the RFO.

Land managers design the SPZ from the boundary of the land parcel on which the RFO is located, after which they carry out geodetic determination of the boundaries of the SPZ on the area and carry out their state registration as restrictions on the use of land in the State Land Cadastre. In accordance with existing environmental requirements, environmental experts design the SPZ from the centroid of the emission source. Diversity of demands for different professionals require conduction of specific research on accuracy of the position of the centroid of the RFO – emission source.

In this research possible options for the position of the centroid of the emission source depending on the configuration of the RFO, planning models of the SPZ was determined by the authors and substantiated the accuracy of determining the geodetic coordinates of the centroid depending on the method of its determination.

Further research should be continued in order to solve the task of determining the coordinates of the centroid (center) of the RFO based on the results of modern ground measurements without the use of cartographic materials and forming proposals

for the development of an appropriate methodology that would satisfy the needs of ecologists and will be suitable for other professionals involved.

Keywords: sanitary protection zone; geographic center; geodetic coordinates of the emission source; centroid.

## REFERENCES

1. Pro zatverdzhennya Instruksii pro porjadok ta kriterii vzyattya na derzhavniy oblik ob'ektiv, yaki spravlyayut' abo mozhut' spraviti shkidliviy vpliv na zdorov'ya lyudey i stan atmosferного povitrya, vidiv ta obsyagiv zabrudnyuyuchikh rechovin, shcho vikidayut'sya v atmosferne povitrya: nakaz Ministerstva ekologii ta prirodnikh resursiv Ukraïni vid 10.05.2002 № 177 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0445-02#Text> (data zvernennya: 8.06.2022). {in Ukrainian}.

2. Musijenko, O.V. Tehnologija proektuvannja sanitarno-zahysnyh zon z vykorystannjam GIS. Mistobuduvannja ta terytorial'ne planuvannja, 2010, 36: 284-290. {in Ukrainian}.

3. Symonenko, V.I., Pavlychenko, A.V., Cherniaiev, O.V., & Hrytsenko, L. S. (2015). Ecology saving technology of mineral deposit mining in the conditions of the sanitary protection zone. Mining of mineral deposits, 469-476. {in English}

4. Vikipedija: veb-sajt. <https://cutt.ly/MLJgPa0>. {in Ukrainian}.

5. Ministerstvo zahystu dovkillja ta pryrodnyh resursiv Ukrai'ny: veb-sajt. URL: <https://mepr.gov.ua/news/33071.html> (data zvernennja 22.05.2022). {in Ukrainian}.

6. Tregub Ju.Je. Udoshkonalennja metodiv formuvannja ta derzhavnoi' rejestracii sanitarno-zahysnyh zon v Ukrai'ni: dys. ... kand. tehn. nauk: 05.24.04 / Kyi'vs'kyj nac. un-t bud. i arh.. Kyi'iv, 2021. 177 s. {in Ukrainian}.

7. Ryabchii, V.A., Ryabchii, V.V., Trehub, M.V., Trehub, Yu.Ye. (2017). Substantiation of land parcel configuration in buffer zones. Scientific Bulletin of National Mining University, Issue 4, P 80-85. {in English}.

8. Petrakovska, O.S., Trehub, M.V., Trehub, Yu.Ie. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: Nauk.-tekhn. zbirnyk / – K., KNUBA, 2017. – Vyp. 64. – S. 297-305. {in Ukrainian}

9. Riabchii, V.V., Riabchii, V.A., Trehub, M.V., Yankin, O.Ie. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: Nauk.-tekhn. zbirnyk / – K., KNUBA, 2018. – Vyp. 67. – S. 413-423. {in Ukrainian}

10. Trehub, M., Trehub, I. (2018). Opportunities and Constraints of Land Management in Local and Regional Development: Integrated Knowledge, Factors and Trade-offs. – P. 153-160. {in English}.

11. Petrakovska, O., Trehub, Yu., Yankin, O. (2020). Determining and determinable factors influencing the size of zone of land-use restriction. *Min. miner. depos.*, 14(1):107-111. {in English}.
12. Buzylo, V., Pavlychenko, A., Borysovska, O., Saveliev, D. (2019). Investigation of processes of rocks deformation and the earth's surface subsidence during underground coal min-ing. *E3S Web of Conferences*, 123, 01050. doi.org/10.1051/e3sconf/201912301050. {in English}.
13. Buzylo, V., Pavlychenko, A., Savelieva, T., Borysovska, O. (2018). Ecological aspects of managing the stressed-deformed state of the mountain massif during the development of multi-ple coal layers. *E3S Web of Conferences*, 60, 00013. doi.org/10.1051/e3sconf/20186000013. {in English}.
14. Gavrilov, O.E., Eremeeva, S.S., Karaganova, N.G., Kazakov, A.V., Mironov, A. A. (2021, March). Ecological activity area formation of an industrial enterprise: applied aspects. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 677, No. 5, p. 052059). IOP Publishing. Electronic mode of access: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/677/5/052059/pdf>. {in English}.
15. Shaimerdenova, A., Tireuov, K., Kerimova, U., & Mursali-mova, E. (2020). Development of Industrial and Urban Areas in the Context of Ecological and Economic Security. *Journal of Environmental Management & Tourism*, 11(1 (41)), 65-72. {in English}.
16. Pavlychenko, A., Yu, Fedotov, V., & Rudchenko, A. (2017). Development of methodological approaches to environmental evaluation of the influence of man-made massifs on the environmental objects. *Technology Audit and Production Reserves*, 4(3(36)), 22–26. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.109243> {in English}.
17. Pro zatverdzhennja Instrukcii' z topografichnogo znimannja u masshtabah 1:5000, 1:2000, 1:1000 ta 1:500: nakaz Golovnogo upravlinnja geodezii', kartografii' ta kadastru vid 09.04.1998 № 56 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text> (data zvernennja: 09.04.2022). {in Ukrainian}.