

DOI: 10.32347/2076-815x.2020.74.382-395

УДК 330.341.1:628.4.032

Яворовська О.В.,
olhaiavorov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5304-1389,
Вінницький національний технічний університет

РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ САНІТАРНОГО ОЧИЩЕННЯ У ПЛАНУВАЛЬНІЙ СТРУКТУРІ МІСТА

Зроблено аналіз містобудівних, санітарно-гігієнічних та інших вимог щодо розташування об'єктів інфраструктури санітарного очищення. Обґрунтовано доцільність розширення мережі центрів приймання та збирання муніципальних твердих побутових відходів.

Розроблена модель розташування центрів приймання та збирання муніципальних твердих побутових відходів, що ґрунтується на методі математичного просторового моделювання.

Проведене моделювання покликане вирішити проблему нормативного забезпечення міст центрами приймання та збирання муніципальних твердих побутових відходів, а також їх оптимального розташування згідно вимог на плані міста. Запропонована у статті модель дасть змогу наочно та швидко виявити територію, придатну для розміщення об'єктів інфраструктури санітарного очищення.

Ключові слова: муніципальні тверді побутові відходи, санітарне очищення міст, центр приймання та збору твердих побутових відходів, метод математичного просторового моделювання.

Постановка проблеми. В Україні постійно зростають вимог до кількості переробки відходів. Так сьогодні Уряд встановив мету щодо досягнення 50% – ного рівня переробки побутових відходів до 2030 р [9]. Проте в умовах, що склались це не просте завдання. Для досягнення такої мети у містах повинні бути диверсифіковані джерела первинного збору ТПВ. Поряд з контейнерною системою збору муніципальних твердих побутових відходів (далі – ТПВ) повинні з'явитись зручні доступні альтернативні системи первинного збору з різною тарифною складовою, яка може слугувати ефективним інструментом підвищення рівня сегрегації відходів для переробки.

Тому доцільним є розширення мережі альтернативної системи первинного збору муніципальних ТПВ, розташованої у міських районах, яка б дозволила збирати різні фракції ТПВ, як доповнення до звичної контейнерної системи первинного збору.

На нашу думку, таким альтернативним ефективним інструментом повинна стати розгалужена мережа центрів приймання та збору муніципальних ТПВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемою моделювання розміщення об'єктів санітарного очищення міста займалися українські та закордонні вчені.

Розміщення сміттєперевантажувальних станцій на плані міста досліджено у роботі Н.А.Eiselta та V. Marianov [15]. Велика кількість праць присвячено методам розташування полігонів ТПВ. Так у статті Н.А.Eiselta та V. Marianov [15] аналізується проблема розміщення полігонів ТПВ з урахування економічного та екологічного аспекту проблеми. Детально досліджено придатність території міста для розташування полігону ТПВ у роботі S.P. Gbanie, P.B. Tengbe, J.S.Momoh, J.Medo, V.T.S. Kabba [16]. Автори використовують багатокритеріальний підхід до ГІС, який поєднує дві методи агрегації: зважену лінійну комбінацію та заплановане зважене усереднення.

Авторський колектив G.Ghiani, D.Laganà, E.Manni, R.Musmanno та D.Vigo [17] теоретично досліджував проблему ефективності роботи системи поводження з ТПВ та взаємозв'язок всіх її об'єктів. Вчені [17] здійснили моделювання розташування об'єктів первинного збору та зонування території обслуговування, і оцінили потенційний ефект при ефективному зонуванні. Відомий спосіб оцінки розташування контейнерних майданчиків для первинного збору твердих побутових відходів M.R. Khadivi, S.M.T.FatemiGhomi [18]. Спосіб ґрунтується на використанні аналітичного мережевого процесу з подальшим аналізом охоплення даних, що дає змогу вибору найкращого місця розташування.

Унікальним в своєму роді є дослідження G. Tavares, Z. Zsigraiová, V. Semiao [19], у якому досліджено особливості розташування сміттєспалювальних заводів. Авторами розроблена методика просторової багатокритеріальної оцінки для оцінки придатності земель. Спосіб поєднує в собі процес аналітичної ієрархії для оцінки вибраних критеріїв оцінки за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) для аналізу просторових даних. Проте, доцільність будівництва сміттєспалювальних заводів для муніципальних ТПВ у містах України, які мають у своєму складі більше 40% ресурсоцінної переробної фракції доволі сумнівна. Тому дане дослідження має цінність виключно для ознайомлення з іноземним досвідом, але не з можливістю застосування запропонованого методу на території українських міст. Схожа тема освітлюється авторами W. Хue, К. Сао, W. Li [20] на прикладі розміщення сміттєспалювальних станцій на території Сінгапуру. В дослідженні

приділяється увага ефективності спалювання з метою розвантаження транспортної система міста.

Проблемою розташування та функціонування центрів приймання та збирання ТПВ займалися і ряд українських вчених. Серед них вагомий внесок у дослідження проблеми здійснили: Самойлік М.С. [10, 11], Онищенко В.О. [8], Тараканов В.А. [12], Корнієнко І.В.[5,6], Кошма А.І. [7], Ігнатенко О.П. [Ошибка! Источник ссылки не найден.], Ключніченко Є.Є.[Ошибка! Источник ссылки не найден.], Приймаченко О.В.[Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Всі існуючі методи розташування об'єктів поводження з муніципальними ТПВ (полігонів, розташування утилізаційних пунктів та спалювальних установок тощо), які використовуються сьогодні можна поділити на декілька категорії:

- Метод агрегації математичного моделювання та географічного районування;
- Методи математичного просторового моделювання;
- Методи, в основі яких лежить кластерний аналіз;
- Методи математичного моделювання, які ґрунтуються на економічному методі оптимізації затрат;
- Методи математичного моделювання, які ґрунтуються на врахуванні еколого-соціальних інтересів;
- Методи в умовах невизначеності.

На основі аналізу існуючих складемо матрицю ефективності методів районування об'єктів поводження з ТПВ у площині «зручність управління – рівень капіталовкладень». Матрицю застосовано з метою пошуку найефективнішою та оптимального методу для нашого дослідження.

При цьому найефективнішим буде метод у квадраті 7 «висока зручність управління – низький рівень капіталовкладень», найменш ефективним буде метод у квадраті 3 «низька зручність управління –високий рівень капіталовкладень».

Результат складання матриці представлено на рис.1.

У результаті проведеного літературного огляду метод математичного просторового моделювання визначено, як найефективніший. Це зумовлено тим, що метод є порівняно простим при розробці, він не вимагає значних фінансових вкладень на етапі розробки. Окрім того застосування методу не вимагає детального плану території та глибокої статистичної інформації про основні сфери міста, що особливо актуально в умовах дефіциту інформації такого роду.

Актуальність дослідження. Розвиток міста – складний гармонічний процес. В містах, де тривають активні процеси урбанізації, до яких сьогодні відноситься і місто Вінниця, через зростання чисельності населення, при

плануванні, забудові, іншому містобудівному освоєнні території слід зосередити увагу на адаптації інфраструктури та послуг для забезпечення потреб новоприбулих громадян. Однією з основних задач є забезпечення ефективної роботи системи санітарної очистки міста.

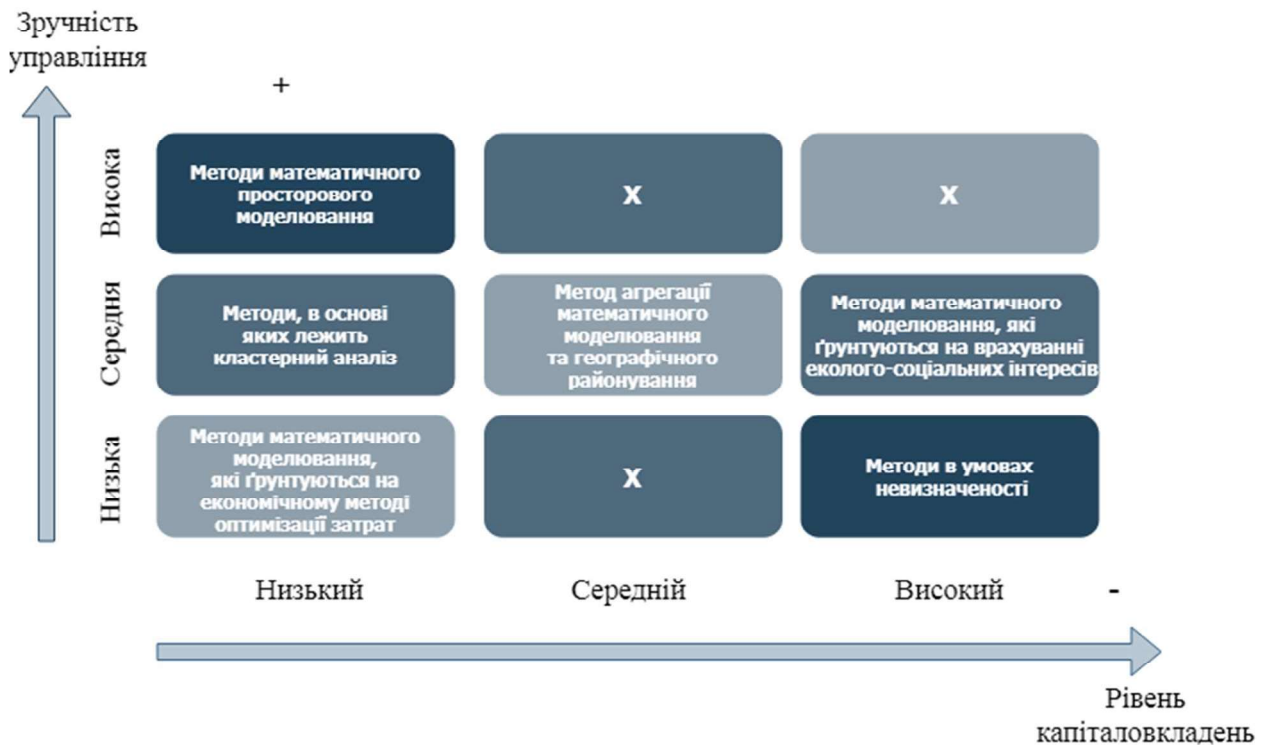


Рис. 1. Матриця ефективності методів районування об'єктів інфраструктури санітарного очищення

Тому вже на стадіях проектування та будівництва міст необхідно передбачати розташування об'єктів санітарної очистки. При подальшому, плановому розвитку та розширенню міста постає проблема координації цих процесів та узгодження всієї системи санітарної очистки міста з його подальшим розширенням. З урбанізацією та розвитком міста збільшується навантаження на систему санітарної очистки міста: зростає кількість муніципальних ТПВ, об'єм зневоднених осадів стічних вод міської каналізації, змінюється морфологічний склад відходів. Це зумовлює необхідність в додатковій кількості обладнання для транспортування ТПВ, контейнерів для збору, запровадженні додаткового методу утилізації. В свою чергу збільшується навантаження на дорожньо-транспортну мережу міста, що призводить до ускладнення маршруту транспортування відходів, а отже і погіршення трафіку міста в цілому. Вирішення даної проблеми постає в будівництві додаткових об'єктів санітарної очистки міста, а саме:

- площадок з контейнерами первинного збору ТПВ;
- центрів приймання та збирання ТПВ;

- сміттєперевантажувальних станцій;
- сортувально-переробних комплексів (СПК);

Один зі шляхів вирішення проблеми, що розглядається, – розробка способу розташування об'єктів санітарної очистки міст на підставі науково обґрунтованих підходів щодо визначення їх раціональної кількості для того, щоб вони задовольнили потреби всіх жителів міста.

Методологія проектування та районування об'єктів санітарної очистки міста у теперішній час поки що знаходиться у стадії початкової розробки.

Детально розроблено нормативні жорсткі містобудівні та санітарно-гігієнічні вимоги по розміщенню даних об'єктів, а саме сміттєзбиральних площадок з контейнерами, центрів приймання та збирання ТПВ, сміттєперевантажувальних станцій та сортувально-переробних комплексів відносно житлової та громадської забудови та інш. об'єктів, які виражаються певною забороненою зоною, межа якої віддалена на визначену відстань від об'єкта.

Гостро стоїть питання щодо розбудови мережі центрів приймання та збирання ТПВ, як одного з елементів схеми поводження з ТПВ, як ефективного інструмента функціонування індустрії переробки відходів.

Згідно Стратегії поводження з побутовими відходами [1] в Україні одним з пріоритетів передбачено запобігання і мінімізація відходів. Одним із практичних способів реалізації даного пріоритету є повторне використання сировини. Для цього використане пакування повинні розглядатися як цінні матеріали, а не як відходи, що підлягають видаленню. Одним із напрямків розв'язання даної проблеми згідно проекту Стратегії є розширення мережі приватних центрів приймання та збирання ТПВ. Створення мережі центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ по місту підвищить імовірність ефективного вилучення вторинної сировини з потоку муніципальних ТПВ.

Центр приймання та збирання ТПВ (або приватні пункти збору втор сировини) – це пункти організацій, що здійснюють діяльність зі збору, купівлі, прийманням, зберігання, обробленням, перевезення, реалізації і постачання відходів переробним підприємствам на утилізацію.

Ми оцінили кількість функціонуючих центрів приймання та збирання ТПВ у м. Вінниця на предмет відповідно містобудівним [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], санітарно-гігієнічним, санітарно – епідеміологічні нормам. Карта відповідності представлена на рис.2.

В цілому згідно аналізу всієї території міста, розташування центрів приймання та збирання ТПВ дотримано у 57,7 %. Найбільше порушень розташування центрів виявлено у центральних та східних районах міста

Вінниця. В цілому кількість функціонуючих центрів не задовольняє потреби населення.

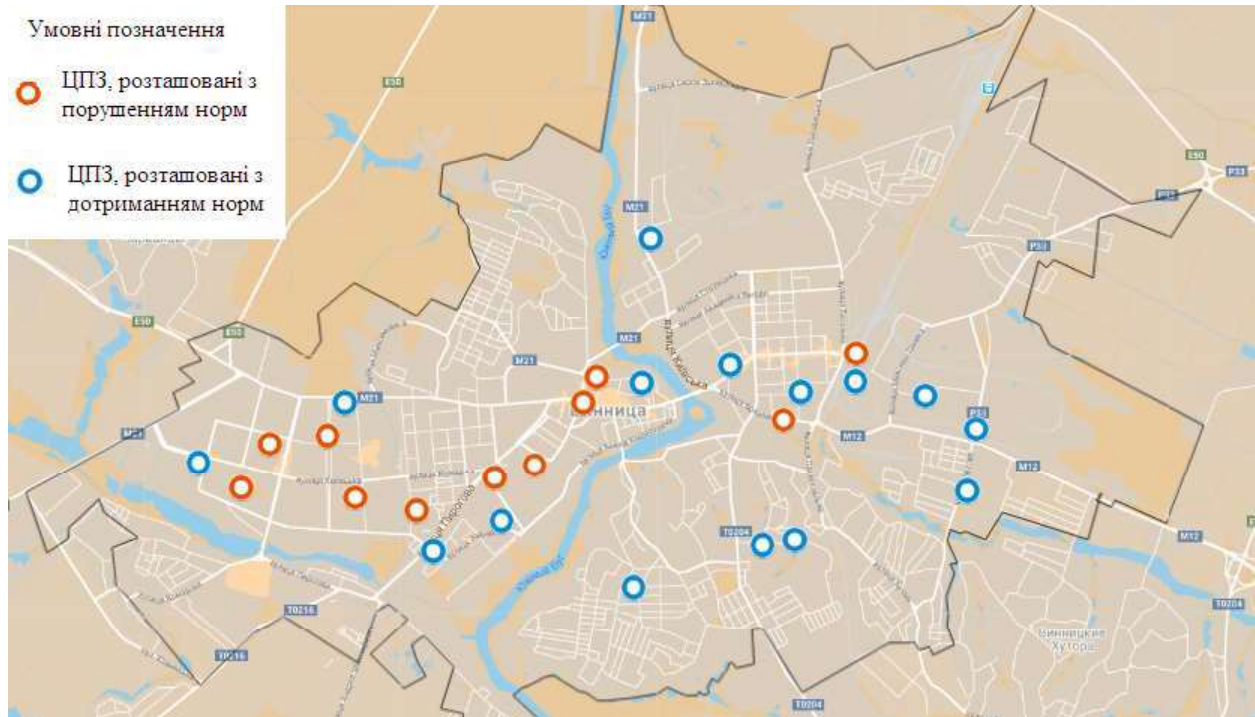


Рис. 2. Карта дотримання норм розташування ЦПЗ

Тому зважаючи на незадовільну кількість центрів приймання та збирання ТПВ, актуальною залишається проблема розширення мережі даних об'єктів. Для того, щоб здійснити ефективне районування центрів приймання та збирання ТПВ (далі – ЦПЗ), ЦПЗ слід розглядати як обов'язковий об'єкт системи санітарної очистки міста та елемент соціальної інфраструктури і підтримувати їх проектування і будівництва на рівні, що відповідає поточним і перспективним потребам населення міста. При цьому, мається на увазі не лише функціонування вже існуючої мережі центрів приймання та збирання ТПВ, але і будівництво мережі нових, в яких виникатиме необхідність при розширенні меж міста.

Основний принцип організаційного проектування системи центрів приймання та збирання ТПВ на території міста полягає в наступному: вона повинна бути організована таким чином, щоб ефективно задовольняти потреби населення у доступі до місця прийому ТПВ, тобто бути соціально-зручною, функціонувати безпечно та екологічно, мати сучасний технічний рівень, та доступним для всіх категорій населення міста.

При цьому при проектуванні повинні виконуватися дві основні вимоги:

- Загальна кількість та площа охоплення центрів приймання та збирання ТПВ повинна задовольняти потреби всіх категорій населення;

- При цьому ж загальна кількість цих центрів в місті не повинна бути надлишковою, тобто будівництво та експлуатація центрів приймання та збирання ТПВ повинні бути економічно виправданою.

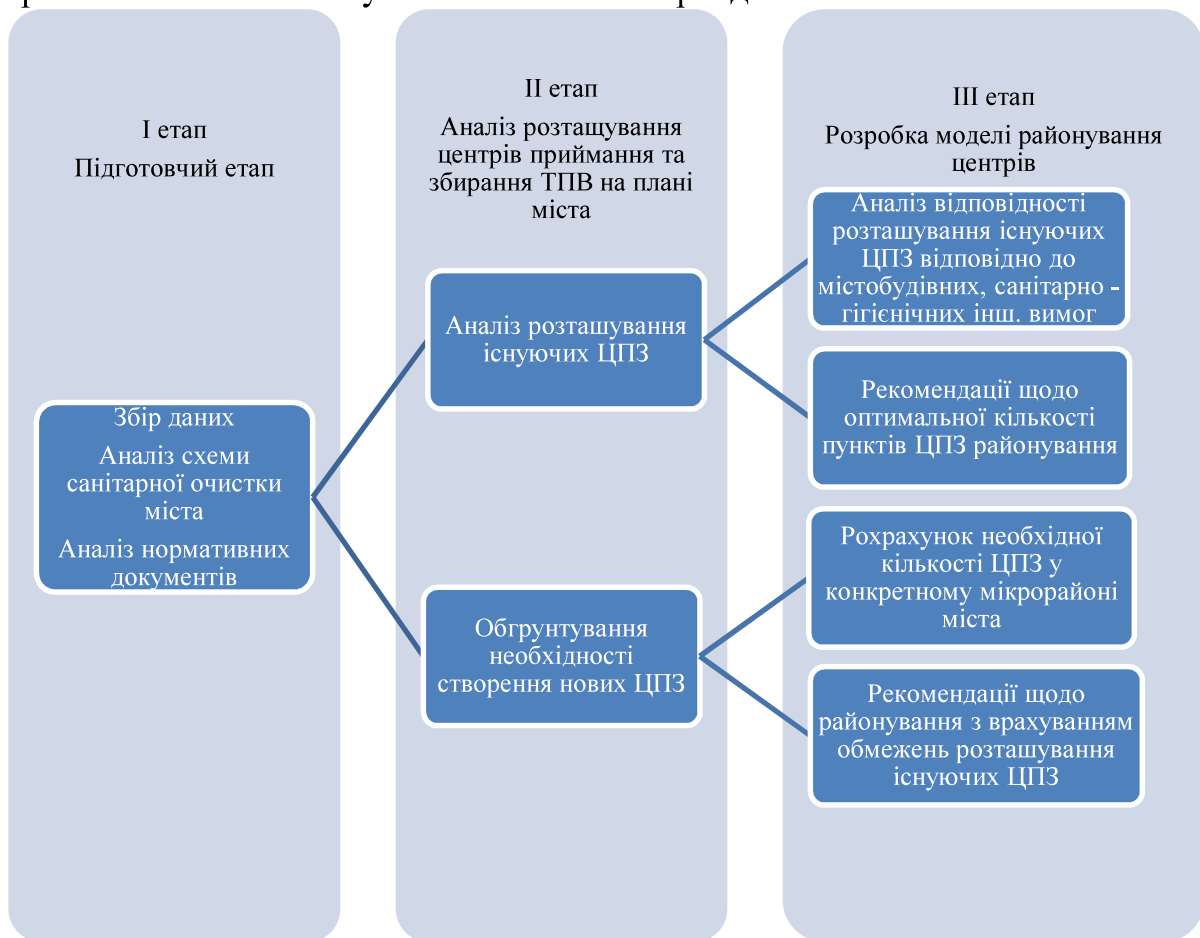


Рис. 3. Алгоритм розробки карти районування центрів приймання та збирання муніципальних твердих побутових відходів

Іншими словами при розробці розташування системи центрів приймання та збирання ТПВ з метою виконання вище зазначених вимог стоїть задача оцінки загального обсягу роботи системи центрів приймання та збирання ТПВ, тенденції її зміни в часі й у просторі, а також знань про основні параметри і закономірності процесу функціонування системи санітарної очистки міста.

Необхідно визначити мінімальну кількість – n ЦПЗ, які охоплять послугами територію, визначити параметри розміщення $C(x_i, y_i)$, $i=1$ ЦПЗ в районах [4], що проектується, які б разом із зонами покриття існуючих ЦПЗ цілком покриватимуть потреби мешканців міста.

При виборі місця ЦПЗ необхідно врахувати обмеження на їх розташування. На плані міста цими обмеженнями можуть бути нормативні вимоги та натуральні перешкоди.

Нормативні вимоги регулюються містобудівними, санітарно-гігієнічними вимогами та ін.

Також на території міста існують природні і штучні перешкоди – ріки, озера залізні й автомобільні дороги, інженерні мережі (газові, тепло, енергомережі, каналізація й інш.)

Нормативні вимоги та натуральні перешкоди утворюють області заборони для розміщення ЦПЗ.

Отже, виникає наступна задача: слід визначити таке місце розташування ЦПЗ на плані міста, за яким витрати на їх будівництво будуть мінімальним, площа охоплення послугами максимальна, і при цьому будуть ураховані всі обмеження щодо розташування ЦПЗ.

Вирішення задачі пошуку оптимального розташування ЦПЗ було здійснено шляхом використанням приближеного методу р-медіани.

Практична реалізація вирішення поставленої задачі реалізовано у ПК MatLab (Версія: R2014a), результати проведеного моделювання показано на рис. 4.

Як показано на рис. 4 на основі моделі Р-медіани ми вибираємо 35 ЦПЗ – кандидатів. Отримане в результаті розташування ЦПЗ дає змогу найбільш оптимально охопити послугами все населення міста.

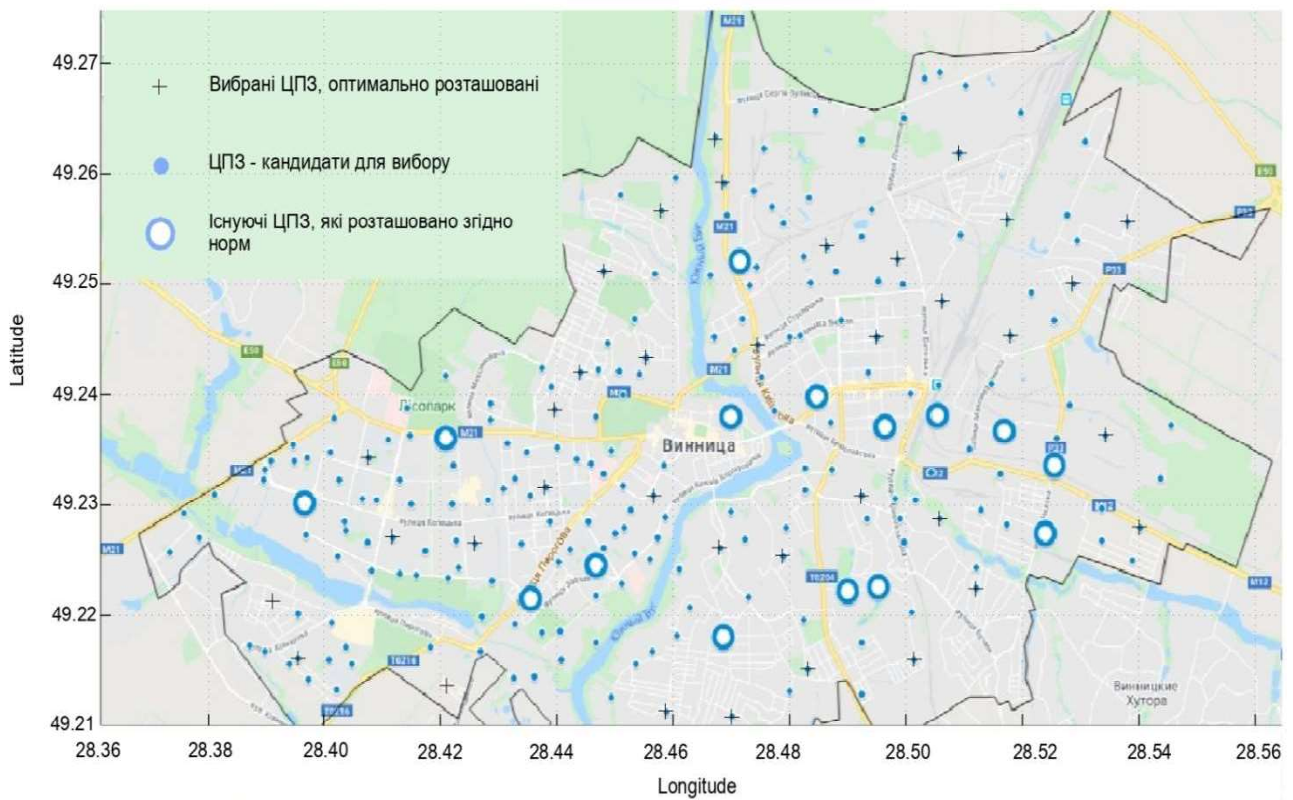


Рис. 4 .Результат моделювання у ПК MatLab

Оптимальне розташування ЦПЗ та радіус їх обслуговування представлено на рис. 5.

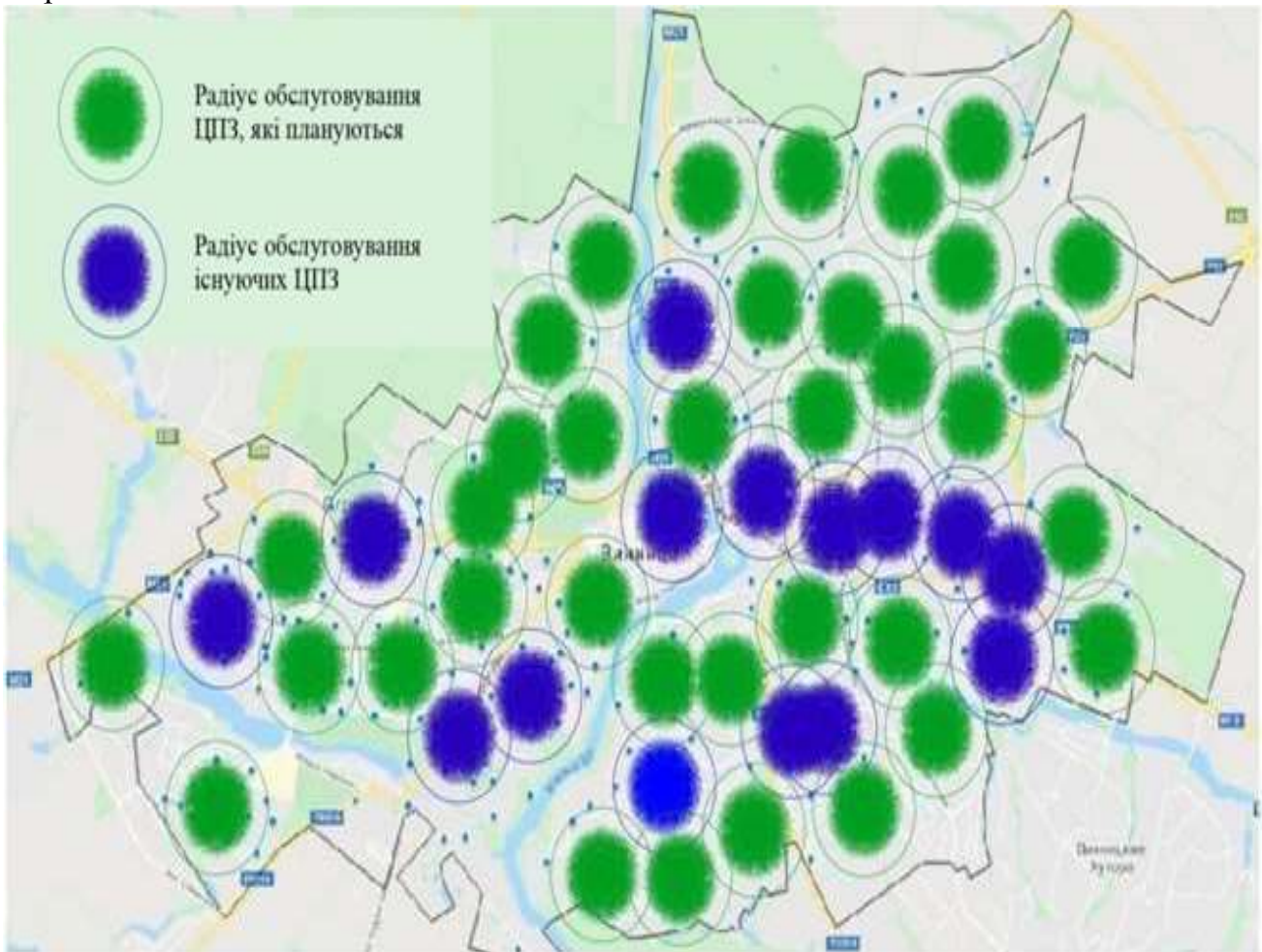


Рис.5. Радіус обслуговування ЦПЗ

Висновки

1. Обґрунтовано доцільність розширення мережі центрів приймання та збирання ТПВ. Виявлено, що такі заходи сприятимуть збільшенню обсягу заготівлі ресурсоцінних фракцій в складі муніципальних ТПВ, зменшення втрат сировинних, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів на етапі виробництва продукції; призведуть до зниження рівня забруднення відходами навколишнього середовища; створенню нових робочих місць; росту економіки та зменшення залежності від обмежених ресурсів.

2. Зроблено аналіз містобудівних, санітарно-гігієнічних та інших вимог щодо розташування центр приймання та збирання ТПВ. При цьому здійснено їх практичну реалізацію на плані міста Вінниця. Застосована оцінка дала змогу наочно виявити порушення при розташуванні ЦПЗ.

Розроблена модель розташування центрів приймання та збирання ТПВ, що ґрунтується на методі математичного просторового моделювання.

Проведене моделювання дало змогу вирішити проблему нормативного забезпечення містами центрами приймання та збирання ТПВ, а також їх оптимального розташування згідно вимог на плані міста. Модель дає змогу наочно та швидко виявити територію, придатну для розміщення ЦПЗ.

3. Практична реалізація модель розташування центрів приймання та збирання ТПВ була здійснена при використанні ПК Matlab. У процесі реалізації моделі було визначено необхідність в 35 додаткових ЦПЗ для того, щоб охопити послугою всю територію міста Вінниця.

Застосування запропонованого методу дасть змогу підвищити соціальну зручність для населення, що в свою чергу сприятиме росту відвідувань ЦПЗ, адже кількість відвідувачів об'єкту залежить від його успішного розташування.

Список джерел

1. ДБН Б.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. На заміну ДБН 360-92**, ДБН Б.2.4-1-94, ДБН Б.2.4-3-95, ДБН Б.2.4-4-97, ДБН Б.1.2-95, СНиП II-89-80. – Чинні від 2018-09-01. К.: Мінрегіон України, 2018. 187 с.
2. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820 р. Верховна Рада України. Законодавство України : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80> (дата звернення: 11.05.2020).
3. Ігнатенко О.П. Розділяй та володарюй – принципи побутових відходів: практичний посібник. Київ. 2013. 173 с.
4. Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Рунець Р.В. Уніфікація структури, правил кодування та цифрового опису векторних моделей у базах топографічних даних. Вісник геодезії та картографії. 2010. № 5. С. 35–41. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2010_5_9
5. Корнієнко І.В., Корнієнко С.П., Кошма А. І. Моделювання інтенсивності надходження твердих побутових відходів до контейнерних майданчиків. Технологічні науки та технології. 2016. №2(4). С. 110 – 117.
6. Корнієнко І.В., Кошма А. І. Декомпозиція задачі формування просторої структури мережі збору побутових відходів. Технологічні науки та технології. – 2015. №1(1). С. 113 – 117.
7. Кошма А.І. Моделювання обмежень розташування контейнерних майданчиків роздільного збору твердих побутових відходів. Технологічні науки та технології. 2015. № 2. С. 135–140.
8. Онищенко В.О., Самойлік М.С. Теоретико-методологічні засади управління сферою поводження з твердими відходами на регіональному рівні: монографія. Полтава : ПолтНТУ. 2013. 524 с.
9. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820–р. Верховна Рада України. Законодавство України : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80> (дата звернення: 11.05.2020).
10. Самойлік М.С. Комплекс маркетингових заходів при організації індустрії та розвитку регіонального ринку вторинної сировини. Бізнес Інформ. 2014. № 5. С. 194 – 200.
11. Самойлік М.С. Економіко – екологічні засади управління сферою поводження з твердими відходами. Європейський вектор економічного розвитку. 2014 №1(16), с. 152–159.
12. Тараканов В.А. Методологические основы создания и развития рынка вторичного сырья. М: ИГА, 2005. 342 с.

13. Ключниченко Є.Є. Методи санітарного очищення міст. Вітчизняний та зарубіжний досвід. Містобудування та територіальне планування. 2014. Вип. 53. С. 198–203. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2014_53_25
14. Приймаченко О.В. Аналіз сучасних технологічних процесів утилізації твердих побутових відходів. Містобудування та територіальне планування. 2011. С.214-217
15. Eiselt H.A., Marianov V. Location modeling for municipal solid waste facilities. Computers and Operations Research. 2015. № 62. С. 305–315.
16. Gbanie S.P., Tengbe P.B., Momoh J.S., Victor J.M. Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone. Applied Geography. 2013. № 36. С. 3–12.
17. Ghiani G., Manni A., Manni E., Toraldo M. The impact of an efficient collection sites location on the zoning phase in municipal solid waste management . Waste Management. 2014. № 34. С. 1949–1956.
18. Khadivi M.R., Fatemi Ghomi S.M.T. Solid waste facilities location using of analytical network process and data envelopment analysis approachesnt. Waste Management. 2012. № 32. С. 1258–1265.
19. Tavares G., Zsigraiová Z., Semiao V. Multi-criteria GIS-based siting of an incineration plant for municipal solid waste. Waste Management. 2011. № 31. С. 1960–1972.
20. Xue W., Cao K., Li W. Municipal solid waste collection optimization in Singapore. Applied Geography. 2015. № 62. С. 182–190.

Яворовская О.В.,
Винницкий национальный технический университет

РАЗМЕЩЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ САНИТАРНОЙ ОЧИСТКИ НА ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЕ ГОРОДА

В статье сделан анализ градостроительных, санитарно-гигиенических и других требований по размещению объектов инфраструктуры санитарной очистки. Обоснована целесообразность расширения сети центров приема и сбора муниципальных твердых бытовых отходов.

Разработана модель расположения центров приема и сбора муниципальных твердых бытовых отходов, которая основана на методе математического пространственного моделирования.

Предложение моделирование призвано решить проблему нормативного обеспечения городов центрами приема и сбора муниципальных твердых бытовых отходов, а также их оптимального расположения согласно требованиям на плане города. Представленная в статье модель позволит наглядно и быстро выявить территорию, пригодную для размещения объектов инфраструктуры санитарной очистки.

Ключевые слова: муниципальные твердые бытовые отходы, санитарная очистка городов, центр приема и сбора твердых бытовых отходов, метод математического пространственного моделирования.

Yavorovska Olha,
Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

URBAN SANITARY FACILITIES PLANNING INFRASTRUCTURE LOCATION IN THE PLANNING STRUCTURE OF THE CITY

The article analyzes the norms of urban planning, sanitary and hygienic and other requirements for sanitary infrastructure facilities location. The urgency of expanding the network of household waste recycling centres is substantiated.

It was revealed that such measures will reduce losses of raw materials, material and fuel and energy resources at the stage of production; will reduce the level of pollution by waste; will create new jobs, achieved economic growth and reduced dependence on limited resources.

A model of household waste recycling centres location based on the method of mathematical spatial modeling. The main goal of article is to determine HWRC location on the city plan, according to which the cost of their construction will be minimal, the area of services coverage is maximum, and all restrictions on HWRC location will be taken into account.

The solution of the problem is finding the optimal location of the HWRC was carried out using the approximate method of the p-median.

The implementation of the model of HWRC location was carried out using Matlab. In the process of implementing the model, the need for 35 additional HWRC was determined in order to cover the entire territory of Vinnytsia.

The conducted modeling is designed to solve the problem of regulatory provision of cities with HWRC, as well as their optimal location according to the requirements of the city plan. The model proposed in the article will allow to visually and quickly identify the area suitable for the location of sanitary infrastructure facilities.

The application of the proposed method will also increase social convenience for the population, which in turn will increase the number of visits to the HWRC, as the number of visitors to the facility depends on its successful location.

Key words: municipal solid household waste, sanitary facilities, household waste recycling centres, recycling.

REFERENCES:

1. DBN B.2.2-12:2018. Planuvannia i zabudova terytorii. Na zaminu DBN 360-92**, DBN B.2.4-1-94, DBN B.2.4-3-95, DBN B.2.4-4-97, DBN B.1.2-95, SNyP II-89-80. – Chynni vid 2018-09-01. K.: Minrehion Ukrainy, 2018. 187 s. { in Ukrainian }

2. Ihnatenko O.P. Rozdiliai ta volodariui – pryntsypy pobutovykh vidkhodiv: praktychnyi posibnyk. Kyiv. 2013. 173 s. { in Ukrainian }

3. Karpinskyi Yu. O., Liashchenko A. A., Runets R. V. Unifikatsiia struktury, pravyl koduvannia ta tsyfrovoho opysu vektornykh modelei u bazakh topohrafichnykh danykh. Visnyk heodezii ta kartohrafii. 2010. № 5. S. 35–41. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2010_5_9 { in Ukrainian }

4. Kliushnychenko Ye. Ye. Metody sanitarnoho ochyshchennia mist. Vitchyzniani ta zarubizhnyi dosvid. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2014. Vyp. 53. S. 198–203. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2014_53_25 { in Ukrainian }

5. Korniienko I.V., Korniienko S.P., Koshma A. I. Modeliuvannia intensyvnosti nadkhodzhenia tverdykh pobutovykh vidkhodiv do konteinernykh maidanchykv. Tekhnolohichni nauky ta tekhnolohii. 2016. №2(4). S. 110 – 117. { in Ukrainian }

6. Korniienko I.V., Koshma A. I. Dekompozytsiia zadachi formuvannia prostoroj struktury merezhi zboru pobutovykh vidkhodiv. Tekhnolohichni nauky ta tekhnolohii. – 2015. №1(1). S. 113 – 117. { in Ukrainian }

7. Koshma A.I. Modeliuvannia obmezhen roztashuvannia konteinernykh maidanchykv rozdilnoho zboru tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Tekhnolohichni nauky ta tekhnolohii. 2015. № 2. S. 135–140. { in Ukrainian }

8. Onyshchenko V. O., Samoilik M. S. Teoretyko–metodolohichni zasady upravlinnia sferoiu povodzhennia z tverdymy vidkhodamy na rehionalnomu rivni: monohrafiia. Poltava : PoltNTU. 2013. 524 s. { in Ukrainian }

9. Pryimachenko O.V. Analiz suchasnykh tekhnolohichnykh protsesiv utylizatsii tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2011. S.214-217. { in Ukrainian }

10. Pro skhvalennia Natsionalnoi stratehii upravlinnia vidkhodamy v Ukraini do 2030 roku: rozporiadzhennia Kabineta Ministriv Ukrainy vid 08.11.2017 № 820 r. Verkhovna Rada Ukrainy. Zakonodavstvo Ukrainy: veb–sait. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820–2017–%D1%80> (data zvernennia: 11.05.2020). { in Ukrainian }

11. Pro skhvalennia Natsionalnoi stratehii upravlinnia vidkhodamy v Ukraini do 2030 roku: rozporiadzhennia Kabineta Ministriv Ukrainy vid 08.11.2017 № 820–r. Verkhovna Rada Ukrainy. Zakonodavstvo Ukrainy : veb–sait. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820–2017–%D1%80> (data zvernennia: 11.05.2020). { in Ukrainian }

12. Samoilik M. S. Kompleks marketynhovykh zakhodiv pry orhanizatsii industrii ta rozvytku rehionalnoho rynku vtorynnoi syrovyny. Biznes Inform. 2014. № 5. S. 194 – 200. { in Ukrainian }

13. Samoilik M.S. Ekonomiko – ekolohichni zasady upravlinnia sferoiu povodzhennia z tverdymy vidkhodamy. Evropeyskyi vektor ekonomichnoho rozvytku. 2014 №1(16), s. 152–159. { in Ukrainian }
14. Tarakanov V.A. Metodolohycheskye osnovu sozdanyia y razvytyia runka vtorychnoho siria. M: YHA, 2005. 342 s. { in Russian }
15. Eiselt H.A., Marianov V. Location modeling formunicipal solidwastefacilities. Computersand Operations Research. 2015. № 62. C. 305–315. { in English }
16. Gbanie S.P., Tengbe P.B., Momoh J.S., Victor J.M. Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) andMulti–Criteria Decision Analysis (MCDA): CasestudyBo, Southern Sierra Leone. Applied Geography. 2013. № 36. C. 3–12. { in English }
17. Ghiani G., Manni A., Manni E., Toraldo M. Theimpactofanefficientcollectionsiteslocationonthezoningphaseinmunicipalsolidwastemanagement . Waste Management. 2014. № 34. C. 1949–1956. { in English }
18. Khadivi M.R., Fatemi Ghomi S.M.T. Solidwastefacilitieslocationusingofanalyticalnetworkprocessanddataenvelopmentanalysisapproachesnt. Waste Management. 2012. № 32. C. 1258–1265. { in English }
19. Tavares G., Zsigraiová Z., Semiao V. Multi–criteria GIS–based siting of an incineration plant for municipal solid waste. Waste Management. 2011. № 31. C. 1960–1972. { in English }
20. Xue W. Cao K., Li W. Municipal solid waste collection optimization in Singapore. Applied Geography. 2015. № 62. C. 182–190. { in English }