

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет будівництва і архітектури

**ЯВОРОВСЬКА ОЛЬГА ВАСИЛІВНА**



УДК: 711.8

**ПРИНЦИПИ, МОДЕЛІ І МЕТОДИ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ПЕРВИННОГО  
ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ МУНІЦИПАЛЬНИХ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ  
ВІДХОДІВ**

05.23.20 – Містобудування та територіальне планування

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Вінницькому національному технічному університеті, Міністерство освіти і науки України.

**Науковий керівник** доктор технічних наук, професор  
**Дудар Ігор Никифорович**,  
Вінницький національний технічний університет,  
професор кафедри будівництва, міського господарства та  
архітектури, м. Вінниця

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Ткачук Олександр Андрійович**,  
Національний університет водного господарства та  
природокористування, завідувач кафедри міського  
будівництва і господарства, м. Рівне

кандидат технічних наук, с. н. с.,  
**Агєєва Галина Миколаївна**,  
Національний авіаційний університет, завідувача кафедри  
містобудування, м. Київ

Захист відбудеться «29» квітня 2021 року о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.09 у Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, ауд. 319.

З дисертацією можна ознайомитися у науково-технічній бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розіслано «27» березня 2021 року

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради  
кандидат технічних наук, доцент



О.П. Ісаєв

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Ефективне функціонування об'єктів міського господарства є важливим чинником сталого розвитку міста. Велику питому вагу серед об'єктів міського господарства займають об'єкти системи санітарного очищення міста. Питання поводження з ТПВ, яке в більшій мірі пов'язане зі збором, транспортування та утилізацією побутових відходів, актуальні практично для всіх міст України. Особливо гостро проблема поставлена у великих містах з інтенсивним зростанням населення та активними процесами урбанізації, до яких відноситься Вінниця.

Систему поводженням з ТПВ на різних її етапах вивчали ряд закордонних спеціалістів R. Cossu, T. H. Christensen, L. F. Diaz, P. Lechner, A. Lagerkvist, Y. Matsufuji, H. Robinson, R. Stegmann.

Питаннями організації містобудівного середовища, планування, організації території присвячені дослідження, авторами яких є: Габрель М. М., Дьомін М. М., Плешкановська А.М., Сингаївська О. І., Лаврик Г. І., Мироненко В. П., Макухін В. Ф., Тімохін В. О., Нудельман В. І., Фільваров Г. Й., Фомін І. О., Панченко Т. Ф., Павлов А. П., Гутнов А. Є., Лежава І. Г. та інші.

Вирішенню проблеми удосконалення механізму управління системою поводження з ТПВ присвячені дослідження Агєєвої Г.М., Дударя І.Н., Ігнатенка О. П., Кучерявого В. П., Солухи Б. В., Петрука В.Г., Самойлік М.С., Міщенко В.С., Берлінга Р.З., Любарської М.А., Рибалова О.В., Мазур Т. М., Король Є. І., Войцехівської О.А., Малей О.В., інш.

Питання якості санітарного очищення міст розробляється вченими: Ткачуком О.А., Ключниченко Є.Є., Мирним А.Н., Золотар Л.В., Позаченюком Е.А., Приймаченком О.В., Рудик А.Н., Фурманенко О.С., Шиловой Т.О., Бабаєвим В.Н., Губіним М.В.

Нераціональне розташування об'єктів системи поводження з ТПВ – в першу чергу центрів приймання та збору ТПВ, недосконалість технологічних схем транспортування ТПВ з узгодженням інтересів усіх учасників у сфері поводження з ними, а також відсутність науково обґрунтованих залежностей обсягів утворення ресурсоцінних компонентів ТПВ від соціально-еколого-економічних чинників, які б можна було використати для прогнозування та прийняття управлінських рішень у галузі управління системою поводження з ТПВ, визначили вибір теми дисертаційної роботи та дозволили сформулювати наукові завдання, основні напрями та практичне значення досліджень.

Системи поводження з ТПВ у великих містах України потребують вдосконалення та постійної адаптації до зростання кількості та різноманітності муніципальних ТПВ внаслідок збільшення чисельності міського населення, підвищення або зниження добробуту громадян, що полягає у зміні їх умов проживання, складу сім'ї та рівня доходу.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація ґрунтується на пріоритетних напрямках державної політики України у сфері сталого розвитку та раціонального використання природних ресурсів, які зазначені у Законі

України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року». Також нормативною основою роботи є Рамковий закон «Про управління відходами» та Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року, постанова Кабінету Міністрів України «Про додаткові заходи щодо вдосконалення системи збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини».

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є розробка принципів, моделей і методів розміщення об'єктів первинного збору та обробки муніципальних твердих побутових відходів для зменшення антропогенного та техногенного навантаження на територію міст шляхом створення соціальнозручної системи первинного збору муніципальних твердих побутових відходів.

*Основні задачі дослідження:*

- виявити закономірності, тенденції та особливості сучасних процесів санітарного очищення міст;
- дослідити можливість переробки муніципальних ТПВ на підприємствах переробки вторинних ресурсів;
- проаналізувати та узагальнити закордонний досвід розміщення центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ;
- виявити чинники організації і містобудівні умови розміщення об'єктів санітарного очищення;
- визначити основні принципи розміщення центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ;
- розробити метод оцінки ефективності функціонування системи поводження з муніципальними ТПВ відповідно до Концепції сталого розвитку міст;
- запропонувати моделі організації санітарного очищення території;
- розробити пропозиції щодо розміщення центрів приймання та збирання ТПВ для міста Вінниця.

**Об'єктом дослідження** є об'єкти первинного збору та обробки муніципальних твердих побутових відходів.

**Предметом дослідження** є принципи, моделі і методи розміщення об'єктів первинного збору та обробки муніципальних твердих побутових відходів.

**Методи дослідження.** У процесі дослідження застосовувалися методи системного аналізу та інші загальнонаукові методи: синтез, систематизація, абстрагування. Предмет дослідження зумовив одночасне використання методів соціологічних досліджень та традиційного арсеналу статистичних методів: класифікацій, статистичних групувань, кореляційно-регресійного аналізу, нейронного програмування, статистичного моделювання та прогнозування, тощо.

Інформаційною базою дослідження є законодавчі та нормативні акти, що регламентують функціонування об'єктів міського господарства, теоретичні та методологічні розробки вітчизняних і закордонних учених, статистичні та аналітичні матеріали Державної служби статистики України, Міністерства з питань житлово-комунального господарства, Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Головного управління статистики у Вінницькій області,

Головного управління житлово-комунального господарства Вінницької облдержадміністрації.

У роботі були використані дані офіційних публікацій та періодичних видань IWWG (International Waste Working Group), ISWA (International Solid Waste Association), ZeroWaste та інших міжнародних організацій.

Обробка результатів експериментів проводилась з використанням математичного програмування в пакеті MS Excel, MatLabR2014a.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в визначенні принципів, розробці моделей та методів містобудівного розміщення об'єктів первинного збору та обробки муніципальних твердих побутових відходів для створення соціальнозручної системи санітарного очищення.

Наукові результати проведених досліджень полягають у наступному:

*вперше:*

- розроблено графічний метод оцінки ефективності функціонування системи поводження з ТПВ, який базується на інтеграції економічних, екологічних та соціальних критеріїв на етапах первинного збору, транспортування та утилізації з метою виявлення ефективності функціонування системи поводження з ТПВ у середніх містах України, що зумовить покращення екологічної безпеки та зменшення антропогенного навантаження на місто;

- запропоновано метод прогнозування морфологічного складу ТПВ із використанням штучної нейронної мережі;

- складено модель вибору оптимального місця розташування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ, який базується на математичному-просторовому підході.

*удосконалено:*

- принципи, методи і моделі містобудівного розміщення об'єктів первинного збору та обробки муніципальних твердих побутових відходів;

- систему економіко-еколого-соціальних факторів для отримання оцінки ефективності системи поводження з муніципальними твердими побутовими відходами з подальшим обґрунтування напрямку вдосконалення її управління;

- метод прогнозування об'єму муніципальних твердих побутових відходів, що відрізняється від існуючих тим, що він дозволяє мінімізувати вплив адитивної, мультиплікативної та нелінійної складових похибки традиційних методів прогнозування.

*набули подальшого розвитку:*

- теоретичні підходи до оцінки ефективності функціонування системи поводження з ТПВ у великих містах України шляхом аналізу вітчизняного та закордонного досвіду та виявлення основних критеріїв її ефективного функціонування;

- визначення обмежень розміщення центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ на плані міста;

- визначення тенденцій функціонування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ на плані міста.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в:

- в можливості застосування теоретичних положень в практичній діяльності, зокрема у розробці Схем санітарного очищення населених пунктів:
- у застосуванні методики визначенні планувального розміщення об'єктів санітарного очищення населеного пункту;
- в здійсненні розрахунку основних параметрів санітарного очищення міста;
- у можливості вибору оптимального методу первинного збору, обробки та утилізації муніципальних твердих побутових відходів. Рекомендації щодо оцінки ефективності функціонування системи поводження з муніципальними ТПВ, прогнозування об'ємів та морфологічного складу муніципальних ТПВ та оптимального місця розташування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ, які розроблені в процесі наукового дослідження, впроваджені в практичну діяльність суб'єктів господарювання: Тульчинської міської ради (акт впровадження від 15.06.2020 р. №02-49-1117), Відділу освіти, молоді та спорту Тульчинської міської ради (акт впровадження від 16.06.2020 р. №255) та Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг (акт впровадження від 03.09.2020 р. №17/1158).

Розроблено інженерні засоби для сортування муніципальних ТПВ з можливістю відбору ресурсоцінних фракцій (патент на корисну модель України від 25.07.2017 № 118089 «Установка для аналізу і сортування твердих побутових відходів»).

Рекомендації щодо первинного збору муніципальних ТПВ знайшли застосування в рамках реалізації проектів конкурсу «Бюджет громадських ініціатив м. Вінниця 2020» та конкурсу «Бюджет громадських ініціатив м. Вінниця 2016».

**Особистий внесок здобувача** полягає в опрацюванні літературних джерел за темою дисертації, виконанні експериментальних досліджень, систематизації і узагальненні отриманих результатів та висновків. Наукові пропозиції та рекомендації, представлені в роботі, одержані автором самостійно. Постановка завдань та їхнє обговорення здійснено під керівництвом д.т.н., проф. Дударя І.Н.

В опублікованих у співавторстві роботах автору належить наступне. [1] – автором обґрунтовано перспективність використання енергетичного потенціалу відходів; [3] – автором розроблено метод оцінки ефективності системи поводження з муніципальними ТПВ, описано його особливості; [4] – автором вивчено стан питання існуючих центрів прийому муніципальних ТПВ, зроблено польовий збір даних та розроблено карту розташування центрів прийому в м. Вінниця; [5] – автором зроблено практичне застосування методу оцінки ефективності системи поводження з муніципальними ТПВ на прикладі ряду міст України; [10] – автором здійснено аналітичний огляд існуючих методів дослідження морфологічного складу муніципальних ТПВ; [11] – автору належить прогнозування продукування органічної фракції в загальній структурі муніципальних ТПВ; [12] – автором здійснена практична реалізація методу розташування об'єктів санітарної очистки на плані міста з застосуванням математичного просторового моделювання на плані міста Вінниця; [13] – запропоновано авторський метод розташування об'єктів санітарної очистки на плані міста з застосуванням математичного просторового

моделювання; [14] – автору належить огляд нормативно-правової бази у сфері поводження з відходами; [15] – автором запропоновано децентралізовану модель первинного збору муніципальних твердих побутових відходів; [16] – автором здійснено збір даних для всебічного аналізу і виявлення особливостей продукування твердих побутових відходів; [17] – автором підібрано критерії оцінки системи поводження з муніципальними твердими побутовими відходами; [20] – автором оцінено перспективність застосування альтернативних систем збору твердих муніципальних відходів у містах; [21] – автору належить оцінка перспективності використання муніципальних твердих побутових відходів, як сировину для переробних підприємств країни; [22] – автором досліджено потенціал ресурсних муніципальних ТПВ; [26] – автором розроблено технологічну схему установки.

**Апробація матеріалів дисертації.** Результати досліджень, покладені в основу цієї роботи, оприлюднені й обговорені на: 17th International Waste Management and Landfill Symposium «Sardinia\_2019» (м. Маргаріта де Пула, Італія, 30 вересня-4 жовтня 2019 р.); 4th International Conference on Industrial and Hazardous Waste Management «CRETE\_2018», (м. Платаніас, Греція, 4-7 вересня 2018 р.); 4th Symposium on Urban Mining and Circular Economy «SUM\_2018» (м. Бергамо, Італія, 21-23 травня 2018 р.); міжнародному форумі «Innovation Market 2018» (Київ, Україна, 21-23 листопада 2018 р.); III міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи», (Львів, 14 вересня 2018 р.); 16th International Waste Management and Landfill Symposium «Sardinia\_2017» (м. Маргаріта де Пула, Італія, 2-6 жовтня 2017 р.); міжнародному форумі «Start Up for waste» (м. Маргаріта де Пула, Італія, 7 жовтня 2017 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Сталий розвиток міст (містобудівний аспект)» (м. Харків, 23-24 листопада 2017 р.); II всеукраїнському пленері з питань природничих наук (26-28 липня 2018 року, м. Одеса); III міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи» (14 вересня 2018 р., м. Львів); VII міжнародній науково-практичній конференції «Інтегровані енергоефективні технології в архітектурі та будівництві «Енергоінтеграція – 2017» (м. Київ, 24-28 квітня 2017 р.); всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції» (м. Харків, 21 квітня 2017); всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні тенденції розвитку архітектури і містобудування» (м. Харків, 17 листопада 2017 р.); всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні проблеми містобудування. Перспективи та пріоритети розвитку» (м. Луцьк, 17 листопада 2017 р.); міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології у будівництві» (14-15 листопада 2018; 18-20 листопада 2014 року, Вінниця). міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України» (м. Вінниця, 17-19 листопада 2015 року). II міжнародній науково-практичній конференції «Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи», (м. Тернопіль, 8-9 грудня 2016 р.); XII міжнародній науково-практичній конференції: «Технические науки – от теории к практике» (м. Санкт-Петербург, 12 грудня 2016); VII міжнародній науково-

практичній конференції «Наука в сучасному світі», (м. Київ, 19 березня 2016 р.); II міжнародній науково-практичній інтернет-конференції "Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН–2016), (м. Вінниця, 4-10 травня 2016 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 26 наукових праць, у тому числі 8 публікацій у наукових фахових виданнях України; 2 публікації у виданнях, внесених до міжнародних наукометричних баз, в тому числі 1 – у виданні, включеному до наукометричної бази Scopus, 1 – до наукометричної бази Index Copernicus; 3 публікації у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу; 11 у збірниках матеріалів конференцій; 1 патент на корисну модель; 1 публікація у наукових виданнях, що додатково відображають результати дисертаційного дослідження.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 258 сторінок, з них 159 сторінок основного тексту. У тексті міститься 48 ілюстрацій та 18 таблиць на 43 окремих сторінках, список використаних джерел зі 126 позицій на 12 сторінках; 9 додатків на 41 сторінці.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано вибір теми дослідження та її актуальність, сформовано сутність наукової проблеми, зазначено мету дослідження, поставлено завдання, визначено предмет та об'єкт дослідження, вказано наукову новизну, практичну цінність одержаних результатів та інформацію щодо апробації результатів наукової роботи.

Перший розділ «**Організаційні основи системи санітарного очищення**» присвячено теоретичному огляду існуючих технологій та методів поводження з муніципальними ТПВ, доцільності переробки муніципальних ТПВ на підприємствах переробної галузі.

У розділі виділено основні проблеми, які слід вирішити для містобудівного дослідження системи санітарного очищення міста, а саме те, що:

- існує необхідність у розробці принципів і методів розташування об'єктів санітарного очищення на етапі первинного збору та обробки;
- доцільним є оцінка факторів розміщення і чинників організації об'єктів санітарного очищення на етапі первинного збору та обробки;
- актуальним є дослідження таких чинників впливу на систему санітарного очищення, як динаміка продукування та морфологічний склад муніципальних ТПВ.

Визначено, що система санітарного очищення є не лише комунальною інженерно-технічною інфраструктурою, а містобудівною соціальноорієнтованою складовою планувальної структури міста, функціонування якої повинна бути спрямоване задля зменшення антропогенного та техногенного навантаження на територію міст.

У роботі встановлена ієрархічна структура рівнів системи санітарного очищення, яка передбачає, що кожен з нижчих елементів рівня є структурною



одиницею вищого порядку для наступного рівня, створюючи в цілому взаємоув'язку об'єктів, що дозволила розробити структуру інформаційної бази містобудівного регулювання санітарної очистки міста (рис.1).

Виконаний аналіз досвіду та літературних джерел дав змогу виділити основні моделі санітарного очищення міста та здійснити їх класифікацію в залежності від їх глобальної цілі у 5 груп. При цьому розглянутий досвід застосування моделей поводження з муніципальними ТПВ у різних країнах дав змогу підсумувати, що управлінські рішення щодо утилізації ТПВ повинні відповідати глобальній цілі – напрямку, який слід індивідуально окреслити кожному місту.

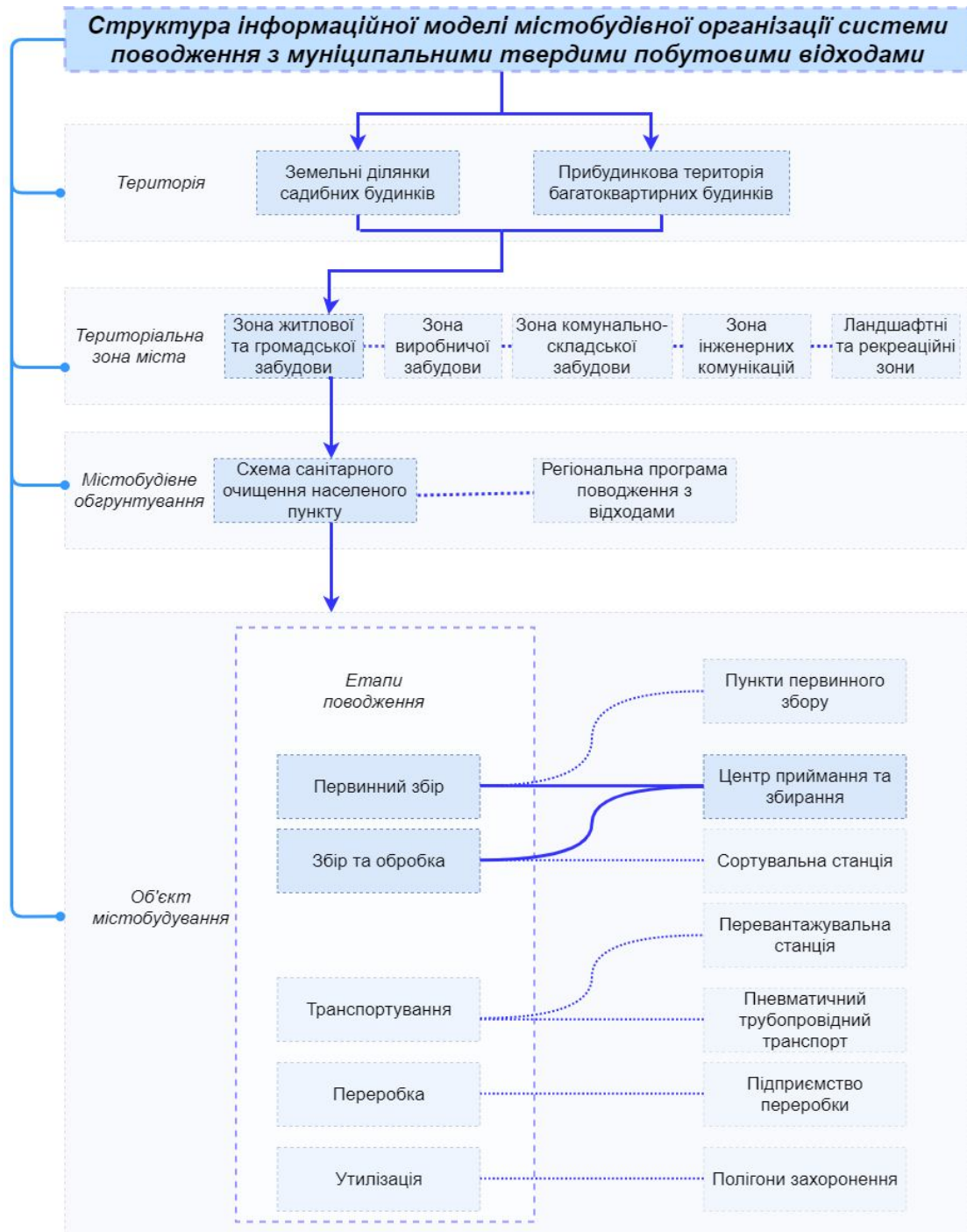


Рис. 1. Структура інформаційної моделі містобудівної організації системи поводження з муніципальними твердими побутовими відходами

У розділі оцінено перспективність впровадження переробки муніципальних ТПВ, як заключного етапу санітарного очищення міста. Аналіз стану ринку переробки вторинних матеріалів продемонстрував перспективність заготівлі ТПВ, як вторинної сировини зумовлений функціонуванням розгалуженої мережі переробних підприємств. Виявлено, що галузь переробки в цілому переживає дефіцит сировини для виробництва. Тому існує гостра необхідність заготівлі власної (неімпортованої) сировини. В якості такої сировини можуть виступати муніципальні ТПВ. Це в свою чергу зумовлює перспективи розширення мережі об'єктів первинного збору та обробки і відкидає необхідність будівництва спеціальних сміттєпереробних заводів, оскільки на території областей України вже наявні потужності для переробки муніципальних ТПВ.

Тому в розділі здійснено огляд закордонного досвіду функціонування об'єктів даного спрямування. Проведений огляд закордонного досвіду дає змогу стверджувати про тенденцію зростання практики функціонування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ, як окремого етапу санітарного очищення міста. Виділено основні види таких центрів та наведено їх особливості функціонування. Загальна тенденція за останні роки продемонструвала розширення мережі центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ у країнах з розвинутою економікою.

Другий розділ **«Принципи містобудівної організації системи поводження з муніципальними твердими побутовими відходами»** розкриває організаційні етапи побудови дослідження та виокремлення принципів та факторів розміщення об'єктів санітарного очищення. Було виокремлено елементи, що формують систему санітарного очищення на етапі первинного збору та обробки. Установлені границі, принципи внутрішньої організації системи санітарного очищення на етапі первинного збору та обробки, виділено фактори й умови, що визначають їхнє поводження в часі й у просторі

Виділено містобудівні принципи, чинники та фактори просторового розміщення об'єктів санітарного очищення міста.

Для задоволення всіх потреб відвідувачів проектування центрів слід здійснювати з урахуванням принципів просторового розташування об'єкта інфраструктури санітарного очищення (рис.2). Виділено дві групи принципів:

1. принципи комфортності – доступності, рівності та зручності;
2. принципи гармонійності – цілісності та масштабності.

Група принципів комфортності є найважливішою, оскільки саме комфорт споживачів відіграє вирішальну роль при виборі місця розташування об'єкту. Комфортне розташування прямо пропорційно впливає на кількість відвідувачів. Ми виділили три принципи комфортності для відвідувачів у цій групі: принцип доступності, принцип рівності та принцип зручності.

Група принципів гармонійності передбачає ув'язку розміщення об'єктів системи санітарного очищення з усіма іншими об'єктами; розміри об'єктів міської забудови, а також їх узгодження з людським масштабом і між собою – об'єкти повинні створювати цілісну картину сприйняття. В цій групі виділено два принципи: цілісності та масштабності.

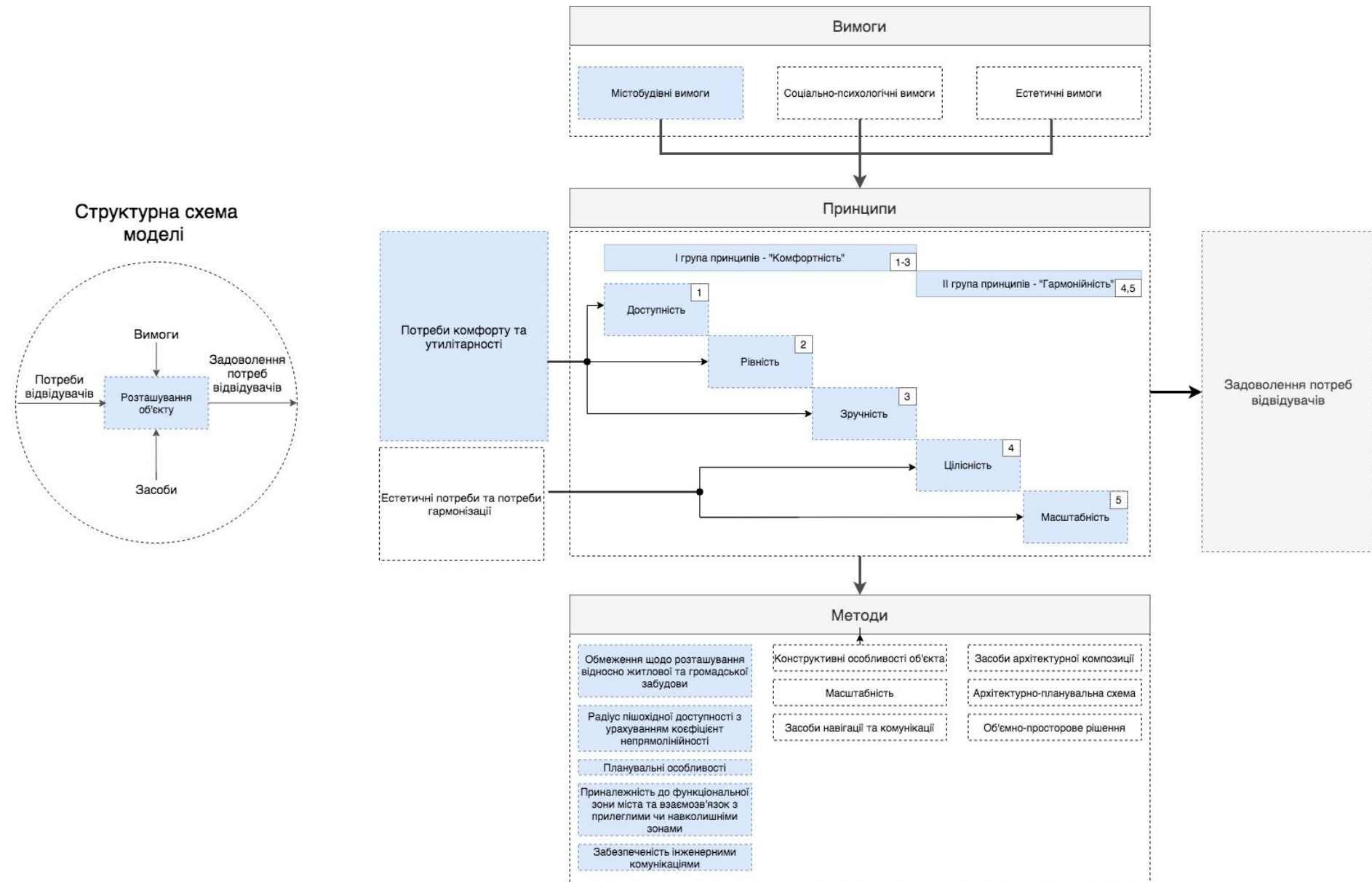


Рис. 2. Містобудівні принципи розміщення центру приймання та збирання муніципальних ТПВ

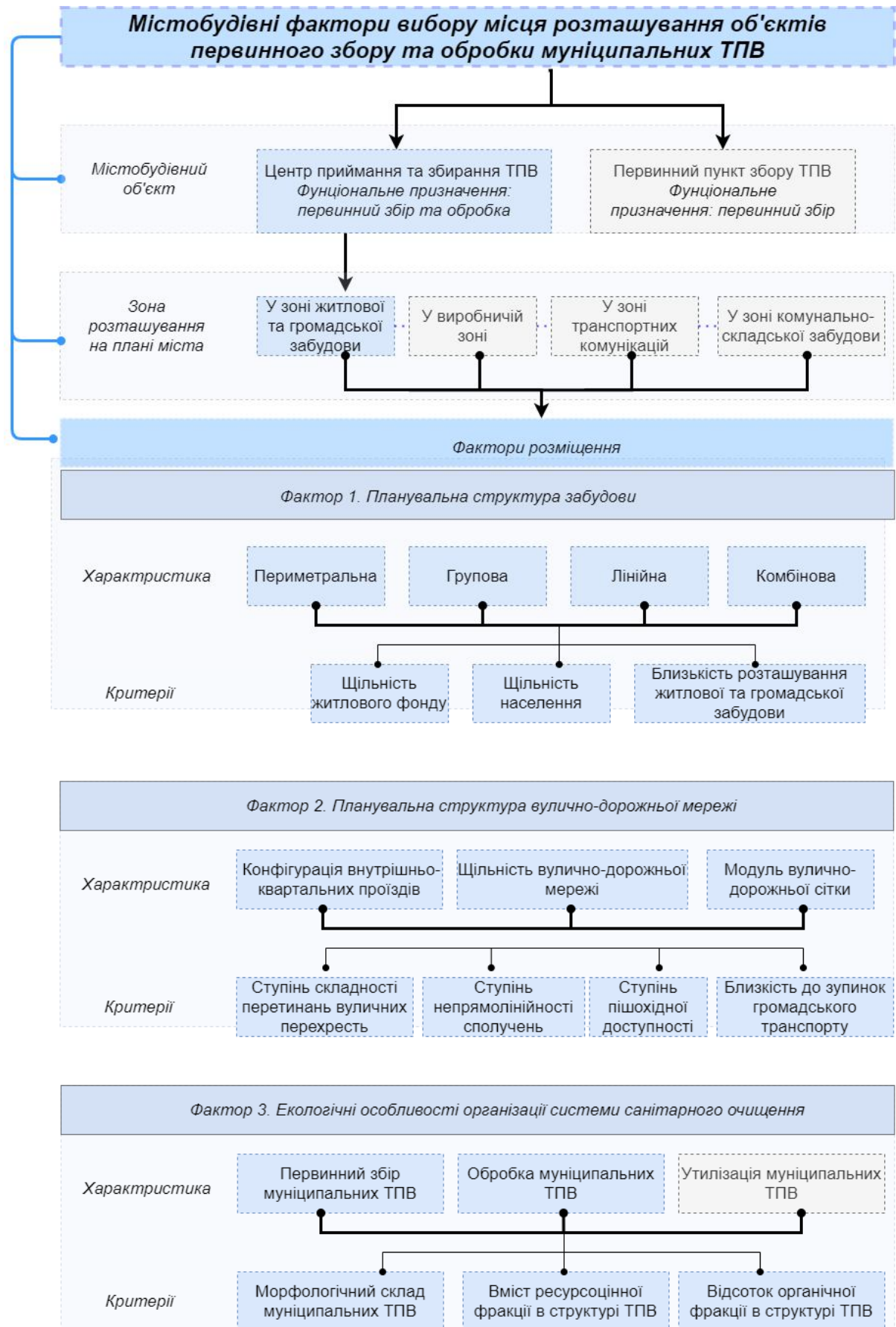


Рис.3. Фактори вибору місця розташування об'єктів первинного збору та обробки муніципальних ТПВ

Розроблені принципи і моделі дозволили вдосконалити методи організації та розташування окремих об'єктів первинного збору та обробки ТПВ, що є важливим чинником функціонування та перспективного розвитку системи санітарного очищення, як елементу містобудівної системи.

Обґрунтовано, що основними засобами пошуку раціонального місця розташування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ, як локальної системи санітарного очищення міста у містобудівному просторі є оцінка містобудівної ситуації, з обов'язковим урахуванням особливостей планувальної структури забудови та вулично-дорожньої мережі міста (рис.3).

У розділі виділено чинники організації об'єктів первинного збору та обробки. Запропоновано функціонально-інформаційну модель центру прийому та збору ТПВ, яка відображає дані для експлуатації центрів приймання та збирання ТПВ. Модель враховує ряд містобудівних, житлово-комунальних, санітарно-епідеміологічних, будівельних інших норм щодо розташування центрів приймання та збирання ТПВ. При дослідженні вивчались, як вимоги законодавчо-нормативних документів, так і досвід функціонування існуючих центрів приймання та збирання ТПВ.

Слід розуміти, що центр приймання та збирання муніципальних ТПВ є лише локальною системою при функціонуванні системи санітарного очищення – одного з основних елементів містобудування, а тому його розташування потребує ув'язки з концепцією всієї системи. А тому ще одним фактором впливу на розташування ЦПЗ є особливість організації системи санітарного очищення міста. В першу чергу, підбір залежатиме від кількості продукування та морфологічного складу муніципальних ТПВ.

Виявлено, що визначальними чинниками містобудівного розміщення об'єктів санітарного очищення міста є прогнозування об'єму та морфологічного складу ТПВ. Морфологічний склад дасть змогу проаналізувати, який відсоток муніципальних ТПВ перспективно може бути підданий переробці та який їх об'єм слід утилізувати іншим чином. Це в свою чергу дасть змогу оцінити потужність ЦПЗ та напрямок їх функціонування, і як наслідок, дасть змогу прогнозувати особливості розміщення ЦПЗ в ув'язці з іншими об'єктами санітарного очищення міста. Для цього було проведено дослідження вмісту ресурсоцінних фракцій у складі муніципальних ТПВ. В ході поставленого експерименту зібрані дані про респондентів – жителів міста Вінниця.

Проведене дослідження дало змогу спрогнозувати вплив на об'єм та морфологічний склад ТПВ ряду факторів: факторів сезонності, зовнішнього впливу, соціально-поведінкових факторів, споживацької поведінки та власних уподобань, умов проживання, організаційних факторів та розробити модель прогнозування морфологічного складу та об'єму муніципальних ТПВ.

Знайдений взаємкореляційний зв'язок між факторами та цільовими змінними прогнозування дав змогу передбачити динаміку зміни об'єму та морфологічного складу муніципальних ТПВ в залежності від соціально-побутових змін в житті громадян міст. Виявлено тісний кореляційний зв'язок між вартістю житла, умовами проживання громадян, інших соціально-побутових змін в житті громадян та морфологічним складом ТПВ.

Вперше запропоновано модель прогнозування морфологічного складу та об'єму муніципальних ТПВ. Розроблена модель прогнозування базується на основі методу побудови штучної нейронної мережі. Вона дає змогу проаналізувати співвідношення фракцій муніципальних ТПВ, які продукуються у домогосподарстві. Морфологічний поділ для прогнозування було здійснено з урахуванням потенціалу переробки твердих побутових відходів. Серед фракцій виділено: скло, папір та картон, пластик різного маркування, фракцію комбінованої упаковки, металу та фракцію відходів, що не переробляються.

Найбільш статистично вагоме значення на об'єм продукування ТПВ мають фактори дослідження: сезонність ( $X_1$ ), склад сім'ї ( $X_3$ ), вік дітей у сім'ї ( $X_4$ ), вартість нерухомості ( $X_8$ ), система первинного збору ( $X_{10}$ ), частота первинного збору ( $X_{11}$ ). Цей факт демонструє фактичні значення  $t$ -критерію Стьюдента, які розраховані для відповідних коефіцієнтів регресії. Вони перевищують критично можливе значення ( $t - 2,02$ ) з імовірністю 95%.

Найбільш ваговим критерієм є проживання громадян в квартирах різного цінового сегменту. Даний фактор може зумовити ріст об'єму ТПВ на 43,15% ( $t$ -критерій Стьюдента  $t - 16,273$ ).

Організаційні фактори, а саме система первинного збору та частота первинного збору може зумовити ріст об'єму ТПВ на 13,83% та 14,56% ( $t$ -критерій Стьюдента  $t - 2,673$  та  $t - 2,983$  відповідно).

Для пошуку оптимального математичного методу для розробки моделі прогнозування було здійснено їх підбір. Для цього використовувалися методи побудови: штучної нейронної мережі (ШНМ), кореляційно-регресійного аналізу та адаптивної нейрон-нечіткої мережі (АННМ).

Вибір доцільності використання моделі здійснено шляхом порівняння похибок вимірювання. В цілому, було побудовано моделі множинної регресії, штучна нейронна мережа, модель системи штучного нейро-нечіткого висновку для прогнозування об'єму ТПВ, використовуючи одинадцять входів та один вихід.

Отже, ми отримали наступні результати:

а. Результат моделі прогнозування об'єму ТПВ продемонстрував, що рівняння, отримане з моделі множинної регресії, має хороші показники прогнозування.

б. Модель АННМ для прогнозування об'єму ТПВ має більш надійне прогнозування порівняно з моделлю множинної регресії.

с. Найбільш успішно застосована, і продемонструвала надійніші прогнози утворення об'єму ТПВ модель ШНМ, що має одинадцять входів та один вихід, в порівнянні з кореляційно-регресійною моделлю та моделлю АННМ.

В результаті порівняння показників MSE, MAPE та коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) для прогнозування було визначено, що показники прогнозування моделі ШНМ вище, ніж показники АННМ та множинної регресії.

Прогнозування морфологічного складу ТПВ було здійснено за допомогою ПЗ Matlab шляхом побудови: штучної нейронної мережі – нелінійної авторегресивної моделі із зовнішніми входами.

Цільова змінна прогнозування морфологічного складу ТПВ – об'єм продукування морфологічних фракцій ТПВ на людину в день.

Навчання ШНМ проводилось шляхом тренування 581 наборів даних та тестуванням 102, що відповідає співвідношенню тренувань до тестування 85:15.

Практична реалізація моделей прогнозування об'єму та морфологічного складу муніципальних ТПВ виконана у вигляді електронних таблиць на базі ПК Excel. На основі отриманої інформації шляхом прогнозування об'єму та морфологічного складу ТПВ, практично розраховано перспективність утворення різних фракцій ТПВ у районах міста Вінниця.

За допомогою кластерування отриманої інформації створено карти відсоткового прогнозування морфологічного складу ТПВ (рис.4).

Третій розділ **«Метод оцінки ефективності функціонування системи поводження з муніципальними твердими побутовими відходами»** висвітлює необхідність аналізу ефективності функціонування системи поводження з муніципальними ТПВ. Така оцінка є актуальною не лише з огляду на необхідність виявлення «проблемних місць» системи, але й для можливого пошуку шляхів її подальшого розвитку: як окремих елементів, так і системи в цілому.

Для оцінки ефективності системи поводження з муніципальними ТПВ збалансовану систему критеріїв функціонування системи поводження з муніципальними ТПВ. Було використано інструмент апарату нечіткої логіки шляхом отримання експертних оцінок важливості критеріїв з застосуванням методу «Кращих–Гірших». При цьому було враховано експертну оцінку членів міжнародної спільноти International Waste Working Group.

У розділі розроблено графічний метод оцінки ефективності функціонування системи поводження з ТПВ, яка ґрунтується на принципах Сталого Розвитку Міст. Запропонований метод дає змогу комплексно оцінити ефективність управління сферою поводження з муніципальними ТПВ конкретного міста на основі збалансування економічних, екологічних і соціальних аспектів і визначити напрямок удосконалення системи поводження з муніципальними відходами. При цьому, розроблений метод є наочним і прийнятним для розуміння громадою міста.

Візуалізацію методу було здійснено у вигляді геометричної моделі – неправильного трикутника. Його практичне застосування полягає у порівнянні поточною стану ефективності системи з ідеальною моделлю – рівностороннім трикутником.

Запропоноване представлення ефективності функціонування існуючої системи поводження з ТПВ та можливість його порівняння з ідеальним рівнем функціонування дає змогу визначити стратегічні напрями розвитку та удосконалення сфери поводження з ТПВ в місті.

У четвертому розділі **«Принципи та моделі розташування центрів приймання та збирання муніципальних твердих побутових відходів на плані міста»** обґрунтовано доцільність розширення мережі центрів приймання та збирання ТПВ. Проаналізовано містобудівні, санітарно-гігієнічні та інші вимоги щодо розташування центрів приймання та збирання ТПВ (далі – ЦПЗ). В цілому,

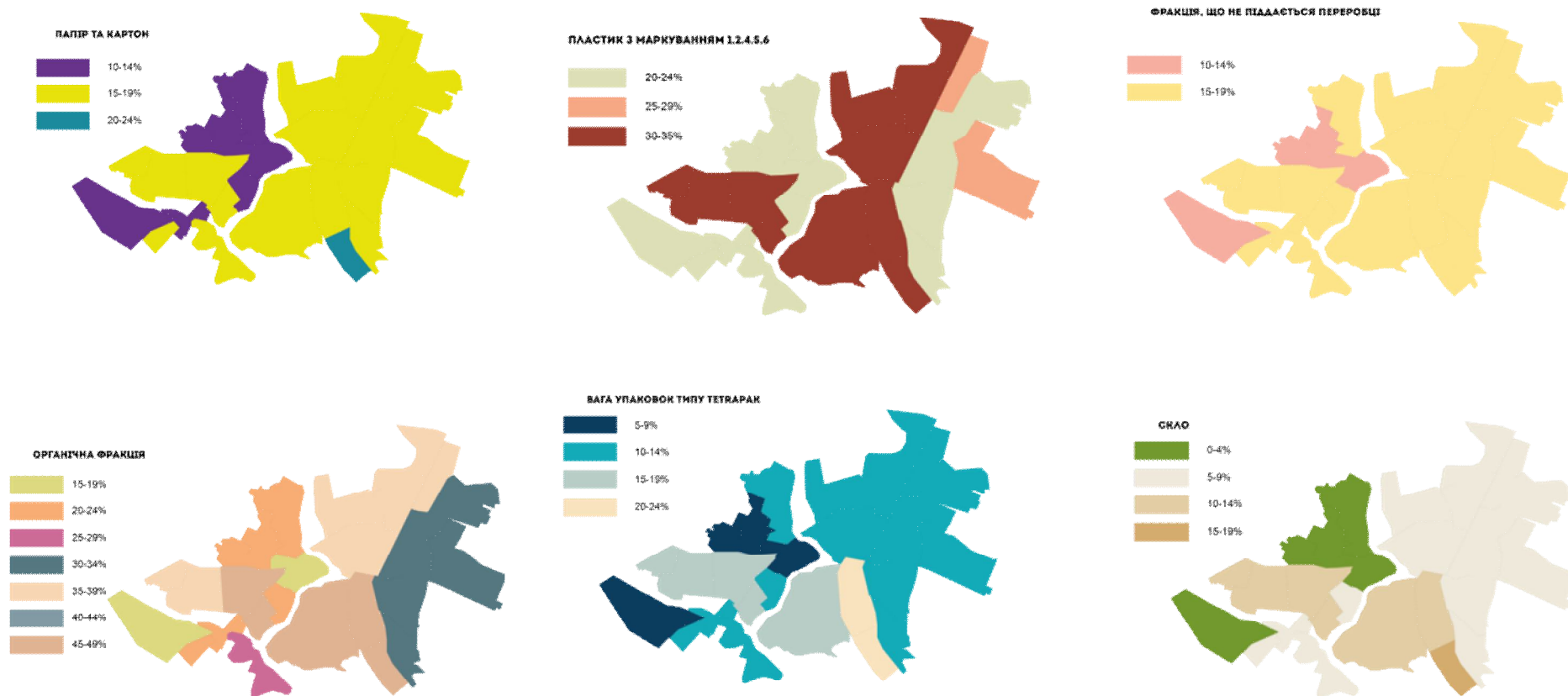


Рис.4. Показники продукування фракцій ТПВ у м. Вінниця



згідно аналізу всієї території міста, розташування центрів приймання та збирання ТПВ дотримано у 57,7 % (рис.5).

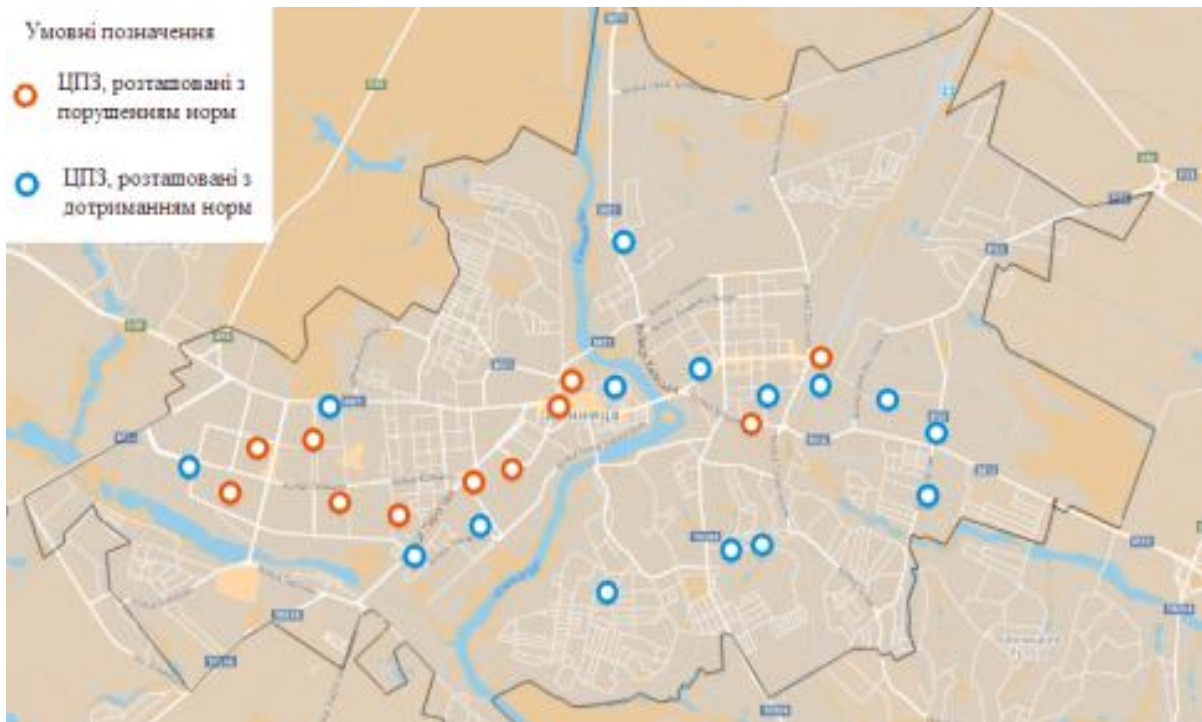


Рис. 5. Карта дотримання норм розташування ЦПЗ

Система санітарного очищення має чітко виражену ієрархію, яка базується на функціональних особливостях конкретного об'єкту поводження з муніципальними ТПВ. Злагоджена робота кожного рівня впливає на ефективність функціонування всієї системи санітарного очищення (табл.1).

Таблиця 1

#### Організаційна система санітарного очищення міста

Схема рівнів	Містобудівний об'єкт	Межі функціонування	Площа охоплення*
I - рівень первинного збору	Пункти первинного збору	Мікрорайон	15-60 га*
II - рівень збору та обробки	Центр приймання та збирання	Житловий район	до 80 га
III - рівень транспортування	Перевантажувальна станція; Пневматичний трубопровідний транспорт	Планувальний район	40-1 000 га*
IV - рівень переробки	Сортувальна станція; Підприємство переробки	Планувальна зона	Більше 10 000 га*
V - рівень утилізації	Полігони захоронення	Планувальна зона	більше 10 000 га*

У розділі розроблені три моделі первинного збору та обробки муніципальних ТПВ: централізована; децентралізована; локальна (рис.6).

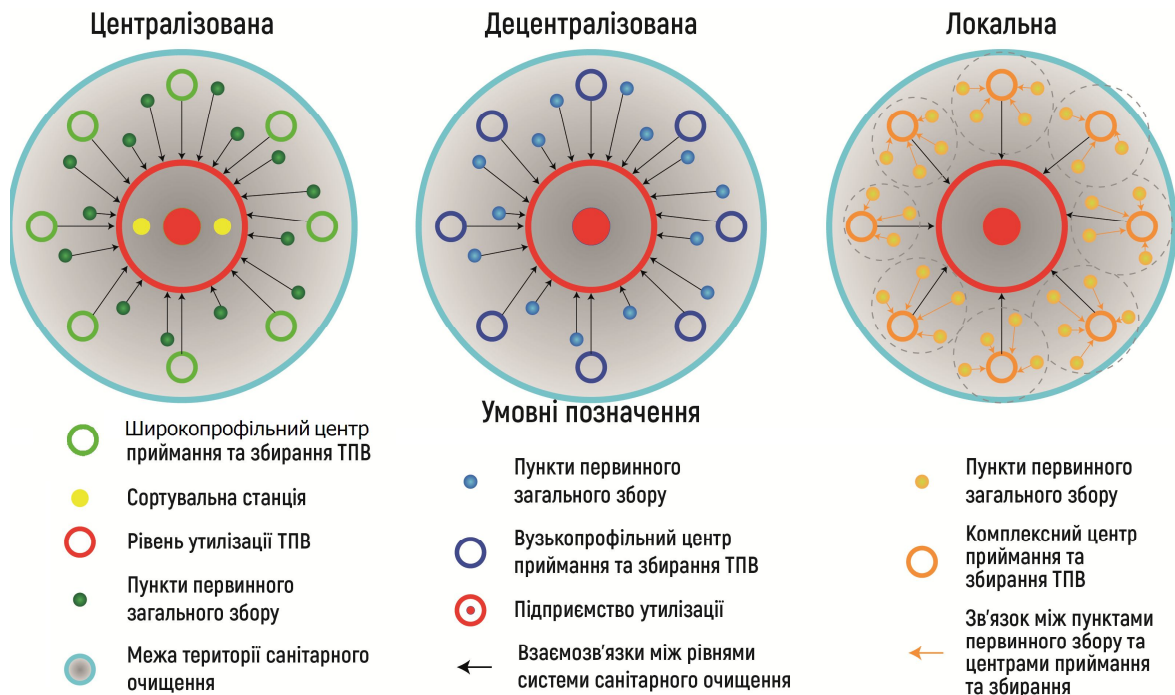


Рис. 6. Схеми моделей первинного збору та обробки муніципальних ТПВ

Централізована модель передбачає первинний збір муніципальних ТПВ загального збору на першому рівні системи санітарного очищення. На другому рівні планується функціонування широкопрофільного центру приймання ТПВ з їх подальшою обробкою на сортувальній станції.

Децентралізована модель передбачає первинний збір муніципальних ТПВ роздільного збору на першому рівні системи. На другому рівні передбачається функціонування вузькопрофільного центру приймання та обробки муніципальних ТПВ, в якому здійснюється прийом окремих фракцій муніципальних ТПВ. ЦПЗ даного виду забезпечено профільними механізмами для обробки конкретних фракцій. Подібна обробка муніципальних ТПВ дає змогу уникнути обов'язкового проходження через сортувальну станцію фракцій, прийнятих у ЦПЗ.

Локальна модель має схожі особливості з децентралізованою. Проте при застосуванні локальної моделі планується функціонування комплексного ЦПЗ, в якому приймають комбінації фракцій.

Основним результатом розділу є розробка методу розташування центрів приймання та збирання ТПВ що ґрунтується на методі математичного просторового моделювання, який враховує особливості планувальної структури забудови та вулично-дорожньої мережі міста, а також особливості продукування ТПВ.

Для побудови було змодельовано реальний процес розміщення об'єктів в областях, шляхом покриття міста областями об'єктів довільної просторової форми, з урахуванням обмежень, які впливають на особливості розташування об'єкту (рис.7).

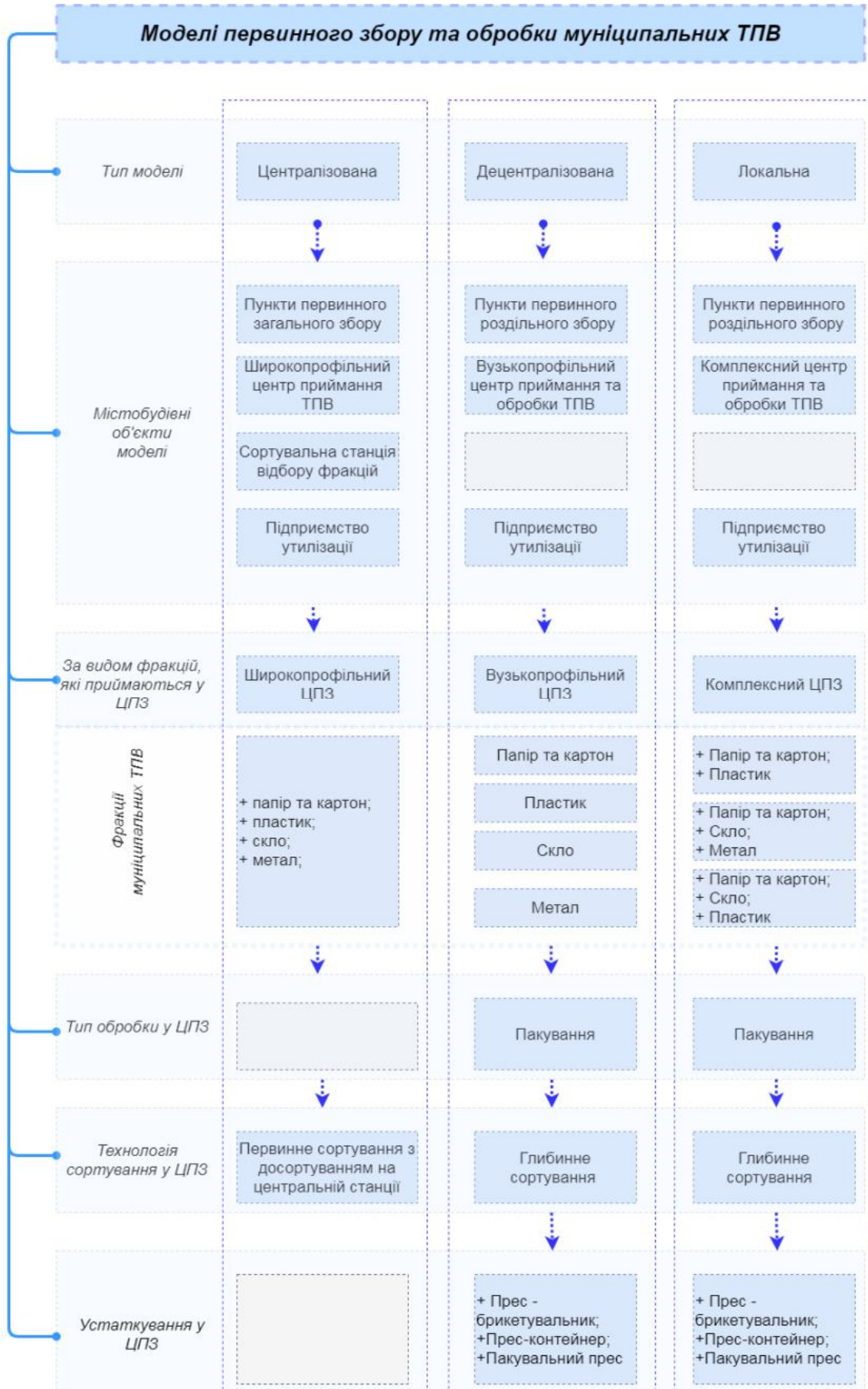


Рис. 7. Моделі первинного збору та обробки



Рис. 8. Результат моделювання у ПК MatLab

Запропонований метод розташування ЦПЗ дає змогу найбільш повно охопити послугами все населення міста, вирішити проблему нормативного забезпечення міста центрами приймання та збирання ТПВ, а також їх раціонального розташування на плані міста (рис.8). Це сприятиме наочному та швидко виявити територію, придатну для розміщення ЦПЗ, що в свою чергу підвищить соціальну зручність для населення і збільшить ріст відвідувань ЦПЗ.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено результати експериментальних досліджень та теоретичних узагальнень для розробки принципів, моделей і методів розміщення об'єктів первинного збору та обробки муніципальних твердих побутових відходів для зменшення антропогенного та техногенного навантаження на територію міст шляхом створення соціальнозручної системи первинного збору муніципальних твердих побутових відходів.

1. У роботі досліджено теоретичні підходи, закономірності, тенденції та особливості сучасних процесів санітарного очищення міст. Встановлена ієрархічна структура рівнів системи санітарного очищення, яка передбачає, що кожен з нижчих елементів рівня є структурною одиницею вищого порядку для наступного рівня, створюючи в цілому взаємоув'язку об'єктів, дозволила розробити структуру інформаційної бази містобудівного регулювання санітарної очистки міста. Зазначено, що вибір форми поводження слід здійснювати виключно за глобальною ціллю.

Визначено, що система санітарного очищення є не лише комунальною інженерно-технічною інфраструктурою, а містобудівною соціальноорієнтованою складовою планувальної структури міста,

функціонування якої повинна бути спрямоване задля зменшення антропогенного та техногенного навантаження на територію міст.

2. Досліджено перспективність впровадження переробки муніципальних ТПВ, як заключного етапу санітарного очищення міста. Обґрунтовано доцільність використання муніципальних ТПВ на підприємствах галузі переробки вторинної сировини шляхом дослідження вмісту ресурсоцінних фракцій у загальному потоці муніципальних ТПВ. Аналіз стану ринку переробки вторинних матеріалів продемонстрував перспективність заготівлі ТПВ, як вторинної сировини, зумовлений функціонуванням розгалуженої мережі переробних підприємств. І роботі визначено особливості етапу первинного збору та обробки муніципальних ТПВ, як одного з проміжних етапів заготівлі ресурсоцінних фракцій ТПВ у якості вторинної сировини для галузі переробки. Виявлено, що галузь переробки в цілому переживає дефіцит сировини для виробництва. Тому існує гостра необхідність заготівлі власної (неімпортованої) сировини. В якості такої сировини можуть виступати муніципальні ТПВ. Це в свою чергу зумовлює перспективи розширення мережі об'єктів первинного збору та обробки і відкидає необхідність будівництва спеціальних сміттєпереробних заводів, оскільки на території областей України вже наявні потужності для переробки муніципальних ТПВ.

3. Проведений огляд закордонного досвіду дає змогу стверджувати про тенденцію зростання практики функціонування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ, як окремого як етапу санітарного очищення міста. Виділено основні види таких центрів та наведено їх особливості функціонування. Зазначено про швидку динаміку розвитку мережі центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ у країнах з розвинутою економікою в останні роки.

4. Виявлено, що важливими чинниками впливу на систему санітарного очищення міста є динаміка продукування та морфологічний склад муніципальних ТПВ. Огляд статистичних джерел продемонстрував, що існує гостра необхідність отримання статистичних даних про стан системи поводження з муніципальними ТПВ. Постійний моніторинг кількісних показників дасть змогу приймати ефективні управлінські рішення у сфері. Виділено основні проблемні питання, які виникають при використанні методів дослідження морфологічного складу ТПВ, серед яких головними є: стихійний відбір, низька культура поводження з ТПВ, а також відсутність єдиного загальнонаціонального методу визначення морфологічного складу. Кількість виявлених колізій підкреслює важливість вдосконалення та стандартизації методів вимірювання морфологічного складу ТПВ. Надійна статистика є ключовим інструментом в оцінці результатів ефективності системи поводження з ТПВ. Окрім того виявлено, що дослідження морфологічного складу муніципальних ТПВ доцільно здійснювати з точки зору імовірності їх переробки. При цьому у складі потенційних ресурсоцінних фракцій ТПВ виявлено відсоток матеріалів, які не можуть бути піддані подальшій переробці. Виділено стримуючі фактори на шляху зростання стратегічного потенціалу

переробки муніципальних ТПВ. Врахування цих факторів в свою чергу дає змогу говорити про адекватне прогнозування ресурсного потенціалу муніципальних ТПВ.

Запропоновано математичний метод прогнозування об'єму та метод прогнозування морфологічного складу ТПВ із використанням штучної нейронної мережі. Таке прогнозування вкрай важливе для адекватної оцінки перспективності переробки ресурсоцінних фракцій муніципальних ТПВ. Необхідність розробки методів прогнозування обумовлена гострим дефіцитом інформації про кількісні та якісні показники муніципальних ТПВ.

5. Виділено містобудівні принципи і моделі розміщення об'єктів санітарного очищення міста. Обґрунтовано, що основними засобами пошуку раціонального місця розташування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ, як локальної системи санітарного очищення міста у містобудівному просторі є оцінка містобудівної ситуації, з обов'язковим урахуванням особливостей планувальної структури забудови та вулично-дорожньої мережі міста.

6. Розроблено графічний метод визначення оцінки ефективності функціонування системи поводження з муніципального ТПВ. Запропонований метод базується на принципах Сталого Розвитку Міст. Він передбачає інтеграцію економічних, екологічних та соціальних критеріїв на етапах первинного збору, транспортування та утилізації з метою виявлення ефективності функціонування системи поводження з ТПВ. Метод дає змогу обґрунтувати напрямки вдосконалення управління системою поводження з муніципальними ТПВ. Удосконалено збалансовану систему критеріїв функціонування системи поводження з муніципальними ТПВ. Для цього було використано інструмент апарату нечіткої логіки, шляхом отримання експертних оцінок важливості критеріїв.

7. Розроблені три моделі первинного збору та обробки муніципальних ТПВ: централізована; децентралізована; локальна. Запропоновані принципи і моделі дозволили вдосконалити методи організації та розташування окремих об'єктів первинного збору та обробки ТПВ, що є важливим чинником функціонування та перспективного розвитку системи санітарного очищення, як елементу містобудівної системи.

8. Розроблено пропозиції щодо розміщення центрів приймання та збирання ТПВ, що спрямовані на удосконалення функціонування системи санітарного очищення міста на етапі первинного збору та обробки, із використанням сучасних методів імітаційного моделювання та інформаційних технологій. Виявлено фактори, які впливають на розташування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ; формалізовано обмеження розміщення центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ на плані міста. Запропоновано математично-просторову модель вибору оптимального місця розташування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ. Для цього було враховано всі обмеження щодо розміщення центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ на плані міста. Також узгоджено особливості

функціонування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ на плані міста, що дає змогу полегшити процес створення нових центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ. Верифікацію математично-просторової моделі було здійснено на прикладі м. Вінниця. У процесі реалізації моделі було визначено необхідність в 35 додаткових ЦПЗ для того, щоб охопити послугою всю територію міста Вінниця.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у наукових фахових виданнях України

1. Дудар І. Н., Яворовська О.В. Аналіз методів отримання альтернативної енергії у житлово – комунальному секторі. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2014. № 1 (16). С. 105-109.
2. Яворовська О. В. Організаційно – економічне забезпечення поводження з твердими побутовими відходами у малих містах України на прикладі м. Тульчин. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2014. Вип. 35. С. 308-313.
3. Дудар І. Н., Яворовська О.В. Діагностика стану системи поводження з твердими побутовими відходами. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2016. № 2 (21). С. 41-49.
4. Дудар І.Н., Яворовська О.В. Розробка екологічної карти розташування приватних пунктів прийому вторсировини у місті Вінниця. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. 2017. Том.9. С. 64-68.
5. Дудар І.Н., Яворовська О.В. Оцінка ефективності функціонування системи поводження з твердими побутовими відходами. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. 2017. № 7. С. 64-72.
6. Яворовська О.В. Закордонний досвід формування містобудівної інфраструктури санітарного очищення: огляд. *Містобудування та територіальне планування*. 2020. Вип. 73. С. 288-300.
7. Яворовська О.В. Розміщення об'єктів інфраструктури санітарного очищення у планувальній структурі міста. *Містобудування та територіальне планування*. 2020. Вип. 74. С. 382-395.
8. Яворовська О.В. Особливості прогнозування морфологічного складу муніципальних відходів при розробці схеми санітарного очищення населеного пункту. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2020. Вип. 57. С. 256-269.

### Статті у наукових виданнях, які включені до наукометричних баз

9. Yavorovska O. Designing a landfill for waste management. World Science. 2018. Vol.1, Issue 5(33). P. 16-18 (індексується та реферується наукометричними базами Index Copernicus).
10. Dudar I., Yavorovska O. Morphological analysis of municipal solid waste: review. *Ecology, Environment and Conservation Paper*. 2020. Vol 25, Issue 4. P.1536-1548 (індексується та реферується наукометричними базами Scopus).

**Статті у періодичних наукових виданнях держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку**

11. Dudar I., Yavorovska O. Dynamics of organic fraction of municipal solid waste in Vinnitsa (Ukraine). *Sardinia 2017: 16th International Waste Management and Landfill Symposium*. CISA Publisher. 2017:електрон. текст. дані USB. (Італія, ISSN: 2282–0027).

12. Dudar I., Yavorovska O. Simulation of restrictions on the location of sanitation facilities (on the example of the territory of the city of Vinnytsia). *CRETE 2018: VI International Conference on Industrial and Hazardous Waste Management*. CISA Publisher. 2018:електрон. текст. дані USB. (Греція, ISSN: 2241–3146).

13. Dudar I., Yavorovska O. Method of efficient allocation of facilities of the municipal solid waste system on the city plan. *Sardinia 2019: 17th International Waste Management and Landfill Symposium*. CISA Publisher. 2019:електрон. текст. Дані USB. (Італія, ISSN 2282–0027).

**Статті у збірниках праць за матеріалами конференцій**

14. Дудар І. Н., Яворовська О.В. Аналіз законодавчої бази в сфері управління побутовими відходами на муніципальному рівні (на прикладі м. Вінниця). *Наука в сучасному світі: матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції*, 19 березня 2016 р., м. Київ, 2016. С. 44-48.

15. Дудар І. Н., Яворовська О. В. Анализ и совершенствование системы обращения с ТБО в городах Украины (на примере г. Винница). *Технические науки – от теории к практике: матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції*, 23 вересня 2016 р., м. Санкт-Петербург: «Globus», 2016. С. 59-63

16. Дудар І. Н. Яворовська О. В. Прогнозування динаміки утворення ресурсоцінних фракцій муніципальних твердих побутових відходів. *Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи: матеріали II міжнародної науково-практичної конференції*, 8-9 грудня 2016 р., м. Тернопіль: Крок, 2016. Ч. 1. С. 77-79.

17. Дудар І.Н. Яворовська О.В. Оцінка ефективності функціонування системи поводження з твердими побутовими відходами. *Сучасні проблеми містобудування. Перспективи та пріоритети розвитку: матеріали НПК*, 17 листопада 2017 р. м. Луцьк: ЛНТУ, 2017. С.10-13.

18. Яворовська О. В. Прогнозування продукування твердих побутових відходів домогосподарствами. *II всеукраїнський пленер з питань природничих наук: матеріали*, 26-28 липня 2018 р. м. Одеса: ОДЕУ, 2018. С. 39-41.

19. Яворовська О.В. Прогнозування динаміки продукування ресурсоцінних фракцій твердих побутових відходів. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи: матеріали III міжнародної наук.-практ. конф.*, 14 вересня 2018 р. м. Львів: ЛДУ БЖД, 2018. С. 156-157.

20. Дудар І.Н., Яворовська О.В. Система збору твердих побутових відходів з приміненням полікоптеру. *Сучасні тенденції розвитку архітектури і*



*містобудування*: матеріали всеукр. наук.-техн. конф., 17 листопад 2017 р. м. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. С. 37-38.

21. Дудар І. Н., Яворовська О.В. Система первинного збору ресурсоцінної сировини твердих побутових відходів як один з заходів енергозбереження у житлово-комунальному секторі міста. *Інноваційні технології в будівництві*: матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 13-15 листопада 2018 р. м. Вінниця: ВНТУ, 2018: веб-сайт. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua>.

22. Dudar I., Yavorovska O. Prediction of the dynamic of resource position factoration manufacturing of municipal solid wastes. *SUM 2018: 4<sup>th</sup> Symposium on Urban Mining and Circular Economy*, Італія, 21-23 травня, 2018 р. м. Бергамо: CISA Publisher, 2018 електрон. текст. дані USB.

23. Yavorovska O. Assesment of efficiency of solid household waste management system. *SUM 2018: 4th Symposium on Urban Mining and Circular Economy*, Італія, 21-23 травня, 2018 р.м. Бергамо: CISA Publisher, 2018:електрон. текст. дані USB.

24. Яворовська О.В. Метод раціонального розміщення об'єктів системи поводження з твердими побутовими відходами на плані міста. *Суспільство, довкілля і зміна клімату*: тези доповідей III молодіжної наукової конференції, 22-23 березня 2019 р. м. Київ:НаУКМА, 2019. С. 87-89.

#### **Статті, які додатково відображають результати дисертаційного дослідження**

25. Yavorovska O. Analysis of modern methods of utilization of solid waste. *International scientific review*. 2016. Issue 19 (29). P. 9-11.

#### **Патенти**

26. Установа для аналізу і сортування твердих побутових відходів: пат. 118089 Україна : МПК В07В 13/05, G01N 23/02 ; заявл. 03.01.2017 ; опубл. 25.07.2017, Бюл. № 14.

### **АНОТАЦІЯ**

**Яворовська О.В. Принципи, моделі і методи розміщення об'єктів первинного збору та обробки муніципальних твердих побутових відходів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.20 – Містобудування та територіальне планування. - Київський національний університет будівництва і архітектури, МОН України, м. Київ, 2021.

Дисертацію присвячено розробці принципів, моделей і методів розміщення об'єктів первинного збору та обробки муніципальних твердих побутових відходів для зменшення антропогенного та техногенного навантаження на територію міст. Запропоновано містобудівні принципи і моделі розміщення об'єктів санітарного очищення міста.

У роботі запропоновано модель прогнозування морфологічного складу муніципальних ТПВ, яка базується на методі штучної нейронної мережі. Розроблена модель розташування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ, що ґрунтується на методі математичного просторового моделювання. Наведено пропозиції, які спрямовані на удосконалення функціонування системи санітарного очищення міста на етапі первинного збору та обробки, із використанням сучасних методів імітаційного моделювання та інформаційних технологій.

**Ключові слова:** муніципальні тверді побутові відходи, санітарне очищення міста, прогнозування, морфологічний склад, вторинна сировина, оптимальне розташування об'єктів санітарного очищення, містобудівна система санітарного очищення, центр приймання та збирання муніципальних твердих побутових відходів, етапи санітарного очищення міста.

## АННОТАЦІЯ

**Яворовская О.В. Принципы, модели и методы размещения объектов первичного сбора и обработки муниципальных твердых бытовых отходов.** – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.20 – Градостроительство и территориальное планирование. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, МОН Украины, г. Киев, 2021.

Диссертация посвящена разработке принципов, моделей и методов размещения объектов первичного сбора и обработки муниципальных твердых бытовых отходов для уменьшения антропогенной и техногенной нагрузки на территорию городов. Разработаны градостроительные принципы и модели размещения объектов санитарной очистки города.

В работе предложена модель прогнозирования морфологического состава муниципальных отходов, основанная на методе искусственной нейронной сети. Разработана модель расположения центров приема и сбора муниципальных ТБО, которая основана на методе математического пространственного моделирования. Разработаны предложения по размещению центров приема и сбора ТБО направленные на совершенствование функционирования системы санитарной очистки города на этапе первичного сбора и обработки, с использованием современных методов имитационного моделирования и информационных технологий.

**Ключевые слова:** муниципальные твердые бытовые отходы, санитарная очистка города, прогнозирования, морфологический состав, вторичное сырье, оптимальное расположение объектов санитарной очистки, градостроительная система санитарной очистки, центр приема и сбора муниципальных твердых бытовых отходов, этапы санитарной очистки города.

## ANNOTATION

Yavorovska Olha. Principles, models and methods of primary collection and processing placement of municipal solid. - Qualified scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for Candidate of Science Degree in Specialty 05.23.20 – Urban Planning and Territorial Planning. Kyiv National University of Construction and Architecture, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the development of principles, models and methods for the placement of objects of primary collection and processing of municipal solid waste to reduce the anthropogenic and technogenic load on the territory of cities by creating a socially convenient system of primary collection of municipal solid waste.

The city-planning principles and models for the location of sanitary cleaning facilities in the city have been identified. Three models of primary collection and processing of municipal solid waste have been developed: centralized; decentralized; local. It has been substantiated that the prediction of the volume and morphological composition of solid waste is the determining factor in the urban planning of sanitary cleaning facilities in the city. Therefore, for the first time, a model for predicting the morphological composition of municipal waste was proposed, based on the method of an artificial neural network. By the obtained forecasting of the volume and morphological composition of solid waste, the prospects of creating different fractions of solid waste in the districts of the city of Vinnitsa were practically calculated. A model of the location of reception and collection centers for municipal solid waste was developed, based on the method of mathematical spatial modeling. Proposals have been developed for the placement of centers for receiving and collecting solid waste, aimed at improving the functioning of the city sanitary cleaning system at the stage of primary collection and processing, using modern methods of simulation and information technology.

The research that was used in the dissertation work is as follows: assessment of the theoretical base, legislative and regulatory documents, analysis of foreign experience in the organization and functioning of sanitary treatment facilities (I part), by highlighting urban planning principles, factors of placement and organization of sanitary cleaning facilities (II part), certain methods predicting the volume and morphological composition of municipal waste, assessing the efficiency of the MSW management system (I part and III part) made it possible to develop models for the location of centers for receiving and collecting municipal solid waste on the city plan (IV part).

**Keywords:** *municipal solid waste, sanitary cleaning of the city, forecasting, morphological composition, secondary raw materials, optimal location of sanitary cleaning facilities, urban planning system of sanitary cleaning, reception and collection center for municipal solid waste, stages of sanitary cleaning of the city.*