

**І.В. Корнієнко**, канд. техн. наук

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

**А.І. Кошма**, аспірант

ТОВ «Сервіс Груп», м. Чернігів, Україна

### **МОДЕЛЮВАННЯ ОБМЕЖЕНЬ РОЗТАШУВАННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ МАЙДАНЧИКІВ РОЗДІЛЬНОГО ЗБОРУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**

**И.В. Корниенко**, канд. техн. наук

Черниговский национальный технологический университет, г. Чернигов, Украина

**А.И. Кошма**, аспирант

ООО «Сервис Групп», г. Чернигов, Украина

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЛОЩАДОК РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

**Ihor Korniyenko**, PhD in Technical Sciences

Chernihiv National University of Technology, Chernihiv, Ukraine

**Artem Koshma**, PhD student

Service Group LTD, Chernihiv, Ukraine

### **MODELLING OF RESTRICTIONS OF PLACEMENT OF CONTAINER PLATFORMS OF SEPARATE COLLECTING MUNICIPAL SOLID WASTE**

*Зроблено аналіз обмежувальних чинників на розташування контейнерних майданчиків для роздільного збирання твердих побутових відходів. Проведено геоінформаційне моделювання зон розташування майданчиків, проаналізовано дотримання сучасних вимог.*

**Ключові слова:** тверді побутові відходи, розташування контейнерних майданчиків, геоінформаційне моделювання.

*Сделан анализ ограничительных факторов на размещение контейнерных площадок для раздельного сбора твердых бытовых отходов. Проведено геоинформационное моделирование зон размещения площадок, проанализировано соблюдение современных требований.*

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы, размещение контейнерных площадок, геоинформационное моделирование.

*In article the analysis of restrictive factors on placement of container platforms for separate collecting municipal solid waste is given. Geoinformation modeling of zones of placement of platforms is carried out, observance to modern requirements is analysed.*

**Key words:** municipal solid waste, placement of container platforms, geoinformation modeling.

**Постановка проблеми.** На сьогодні в Україні основами державної політики у сфері поводження з побутовими відходами, які визначені Законом України «Про відходи», є захист навколишнього середовища та здоров'я людини від негативного впливу відходів [1]. Щороку у населених пунктах країни спостерігається тенденція приросту в геометричній прогресії кількості твердих побутових відходів (ТПВ), що пояснюється технічним прогресом, рівнем життя населення, ступенем благоустрою житлових будинків, збільшенням кількості виробництва нових товарів на ринку тощо. Проте система утилізації побутових відходів лишається без суттєвих змін, що негативно впливає на екологічну ситуацію. Майже всі відходи потрапляють на сміттєвий полігон або частково утилізуються на сміттєспалювальних заводах. У більшості міст розвинених країн світу налагоджена система роздільного збору твердих побутових відходів, в якій зібране сміття одержує вторинну переробку і використання у виробництві. Налагодження подібної системи в нашій країні потребує перегляду підходу до формування системи первинного збирання побутових відходів [2], що пов'язано із забезпеченням суворих екологічних вимог, технічних можливостей збирання сміття і, основне, забезпечення максимально можливих обсягів роздільно зібраного сміття.

Наявна структура системи збирання побутових відходів, обґрунтованість місць розташування контейнерних майданчиків, точок збору відходів, на думку авторів, недос-

конала і не забезпечує достатнього рівня захисту екологічної безпеки, не відповідає санітарному стану територій і не дозволяє побудувати ефективну систему збирання ТПВ.

Отже, моделювання обмежень на розташування контейнерних майданчиків роздільного збирання твердих побутових відходів є першим кроком у вирішенні проблеми поводження з побутовими відходами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання запровадження в Україні системи роздільного збору твердих побутових відходів розглядаються у [3], питання дослідження системи логістики розглянуті у статті [4], етапи комплексного вирішення завдання побудови просторової структури мережі роздільного збирання твердих побутових відходів відображено у статті [5].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Завдяки системі роздільного збирання твердих побутових відходів з'являється можливість ефективно вилучати вторинну сировину з потоку твердих побутових відходів. Рентабельність подібної системи ґрунтується на обсягах зібраного сміття та витратах на його збір. Така постановка проблеми відносить завдання формування просторової структури мережі роздільного збирання ТПВ до класу оптимізаційних завдань. Обмежувальним чинником формування просторової структури є санітарно-екологічні норми на розташування сміттєвих контейнерів, тому питання моделювання зон заборони розташування контейнерів має передувати оптимізаційному алгоритму формування оптимальної просторової структури мережі збирання ТПВ.

**Мета статті.** Головною метою цієї роботи є аналіз житлово-комунальних, санітарно-епідеміологічних, будівельних норм на розміщення та встановлення контейнерних майданчиків роздільного збору твердих побутових відходів, а також моделювання заборонених зон у геоінформаційному середовищі.

**Виклад основного матеріалу.** Для моделювання обмежень розташування контейнерних майданчиків необхідно проаналізувати та вивести в систему обмежень основні вимоги, що необхідно враховувати під час улаштування контейнерних майданчиків роздільного збору, а також під час виконання та приймання робіт з благоустрою територій у частині проектування й будівництва контейнерних майданчиків.

Законодавство щодо питання про відходи складається із законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про поводження з радіоактивними відходами», «Про металобрухт», «Про житлово-комунальні послуги», «Про хімічні джерела струму», «Про ветеринарну медицину», «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції», Кодексу України про надра та інших нормативно-правових актів [1].

Відповідно до нормативно-правових актів, нормативних актів та нормативних документів усі житлові масиви, внутрішньодворові території, дороги загального користування, об'єкти благоустрою населених пунктів та місця проведення масових заходів у нашій країні повинні обладнуватись контейнерними майданчиками. При цьому повинні дотримуватись усіх державних санітарних норм і правил щодо утримання територій населених пунктів. Згідно з цими нормами [6; 7] виділяють такі системи збирання побутових відходів:

– планово-подвірна система збирання побутових відходів – система, за якою зібрані в контейнери побутові відходи перевозять на об'єкти поводження з відходами для їх подальшого оброблення (перероблення), утилізації, знешкодження чи захоронення;

– планово-поквартирна система збирання побутових відходів – система, яка не передбачає наявності контейнерів, а споживач самостійно завантажує побутові відходи у сміттєвіз, що прибуває за графіком;

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

– планово-регулярна система санітарного очищення – система санітарного очищення, що передбачає регулярне (за графіком) перевезення побутових відходів з населених місць до місць їх оброблення (перероблення), утилізації, видалення, знешкодження чи захоронення у терміни, визначені у Санітарних нормах.

Для введення системи обмежень під час моделювання розташування контейнерних майданчиків, крім стандартів на улаштування контейнерних майданчиків, потрібно враховувати етапність проведення роздільного збору ТПВ [8]:

- технологічну схему роздільного збирання твердих побутових відходів;
- розрахунок кількості контейнерів для збирання відходів;
- раціональна схема розташування контейнерів та будівництво у разі необхідності контейнерних майданчиків.

Враховуючи всі фактори, можна виділити такі сектори та систему обмежень до пропонованого розташування контейнерних майданчиків роздільного збору побутових відходів:

- сектор із багатоквартирними будинками;
- приватний сектор;
- організації, установи, офіси тощо;
- промислові підприємства.

Здебільшого, санітарно-екологічне нормування визначається певною забороненою зоною, межа якої віддалена на визначену відстань від об'єкта. Під час моделювання в геоінформаційному середовищі ця відстань може задаватися еквідистантою  $m_i$ , яка сформує полігон, обмежений еквідистантною лінією  $M_i$ . Таким чином, заборонена територія для розташування контейнерів має обмежуватись еквідистантною лінією  $M$ , яка сформована пересіченням усіх можливих полігонів, сформованих множиною  $\forall M_i$ , тобто

$$M \in \{M_i \cap M_j\}, \quad (1)$$

де  $i, j$  – обмежувальні чинники.

Крім обмежень, до місць розташування майданчиків можуть застосовуватись вимоги щодо обов'язковості розташування в межах певних ареалів  $L$  (наприклад, для технічного обслуговування) з еквідистантами  $l_k$ , тобто

$$L \in \{l_k \cup l_n\}, \quad (2)$$

тобто для розташування контейнера обов'язкове виконання всіх висунутих технічних вимог. Тоді зона розташування контейнерів  $R$  має визначатись булевими операціями над множинами полігонів, як

$$R \in \{L \text{ not } M\}. \quad (3)$$

Серед нормованих згідно з українським законодавством санітарно-екологічних обмежень на розташування контейнерів можна визначити такі [6; 7]:

- контейнерні майданчики повинні бути віддалені від меж земельних ділянок навчальних та лікувально-профілактичних закладів, стін житлових та громадських будівель і споруд, майданчиків для ігор дітей та відпочинку населення на відстань не менше ніж 20 м (позначимо як  $m_1$ );
- на території садибної забудови населених пунктів відстань від контейнерних майданчиків до меж присадибних ділянок зі сторони вулиць повинна становити не менше ніж 5 м (позначимо як  $m_2$ );

– контейнерні майданчики повинні бути ізольовані від об'єктів обслуговування населення, господарських дворів і магістральних вулиць смугою зелених насаджень шириною не менше ніж 1,5 м, не повинні бути прохідними для пішоходів і транзитного руху транспорту (позначимо як  $m_3$ );

– контейнери для зберігання побутових відходів слід встановлювати поза межами прибережної захисної смуги річок і водойм та пляжної зони з розрахунку один контейнер місткістю 1,1 куб. м на 2500 кв. м площі пляжу (позначимо як  $m_4$ );

– контейнерні майданчики розміром не менше ніж 40 кв. м необхідно розташовувати на території господарської зони лікувально-профілактичного закладу на відстані не менше ніж 25 м від лікувально-діагностичних та палатних корпусів і харчоблоків (позначимо як  $m_5$ ). Допускається встановлювати контейнери для зберігання побутових відходів у вбудованих приміщеннях господарського призначення.

Також у [8] визначені вимоги щодо розміщення контейнерних майданчиків з погляду технічної можливості обслуговування:

– територія контейнерного майданчика має примикати до проїздів, але не заважати руху транспорту. У разі відокремленого розміщення контейнерного майданчика (вдалині від проїздів) треба передбачати можливість зручного проїзду спеціально обладнаних транспортних засобів та наявність майданчиків для розвороту (12x12 м) (позначимо як  $l_1$ );

– улаштування контейнерного майданчика вздовж наскрізного проїзду допускається, якщо ширина проїзду становить не менше ніж 3,5 м у разі одностороннього руху (позначимо як  $l_2$ ) та не менше ніж 6 м у разі двостороннього руху (позначимо як  $l_3$ ). Якщо контейнерний майданчик розміщується на відстані більше ніж 2 м від краю проїжджої частини, потрібне влаштування під'їзної кишені.

Відповідно до визначених норм було проведено моделювання деяких (випадковим чином обраних) територій різного типу м. Чернігова, за основу була взята віртуальна екологічна карта міста, розроблена активістами. На якій нанесені наявні пункти прийому батарейок, ртутних ламп, контейнерів для вторинної сировини. Останні розташовані поряд із звичайними сміттєвими контейнерами (рис. 1).

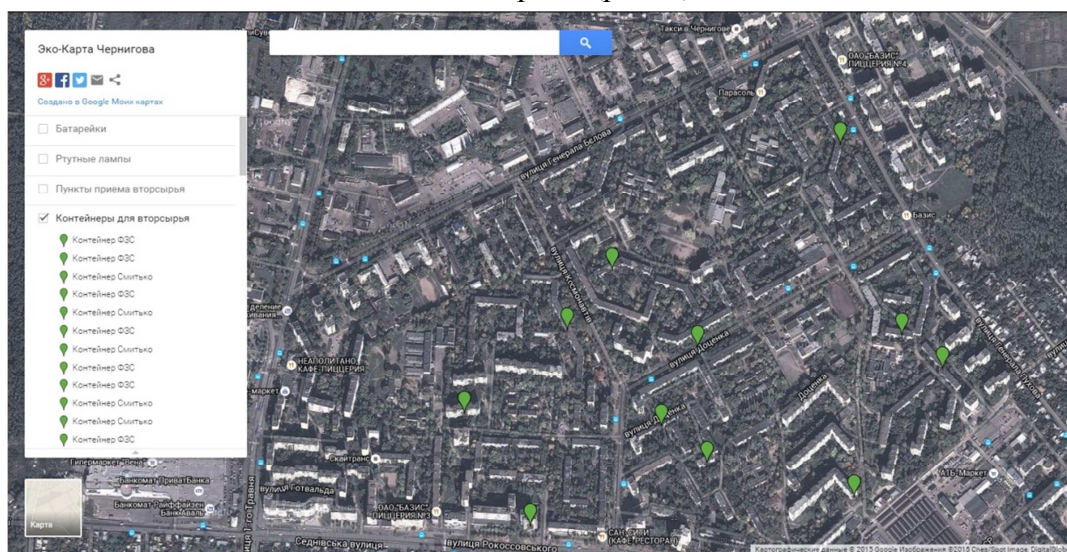


Рис. 1. Територія міста Чернігова

На рис. 2 зображений результат формування зон за логічним виразом (3), в яких рекомендовано розташування контейнерних майданчиків.

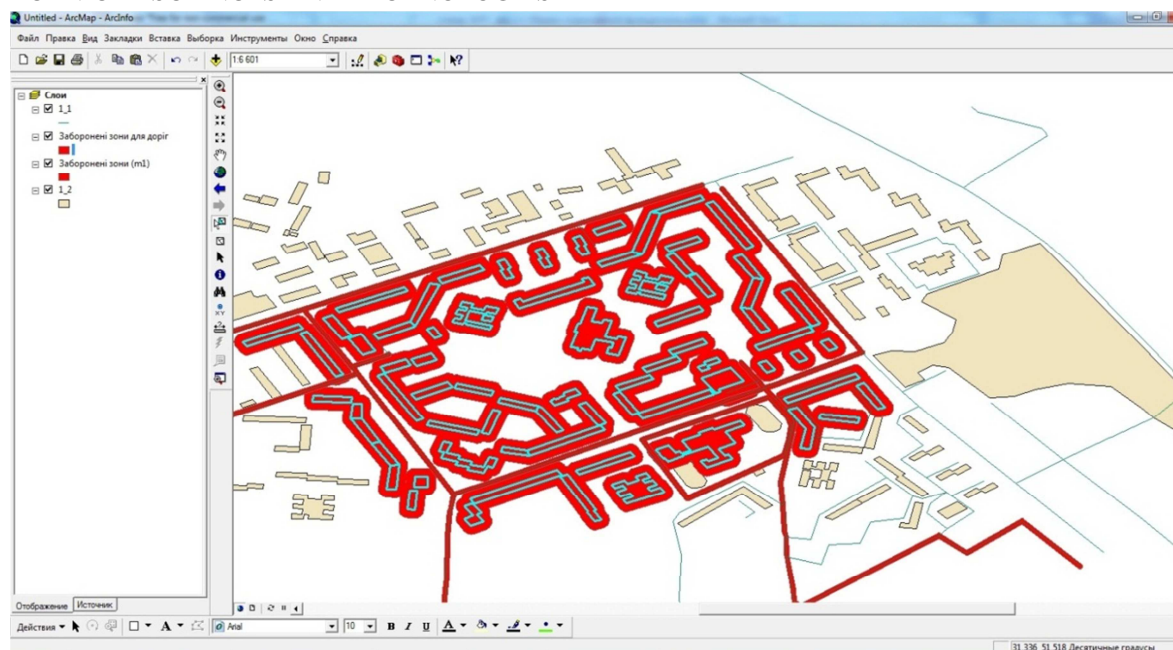


Рис. 2. Моделювання обмежень розміщення контейнерів згідно із завданими нормами у програмі ArcGis

Моделювання за системою обмежень розміщення контейнерних майданчиків, яке виконувалось у частині будинків, виявило фактичне порушення санітарно-екологічних вимог (рис. 2). Пошук раціональних зон розміщення контейнерних майданчиків у сформованих зонах є основою для подальшого визначення структури мережі роздільного збирання ТПВ.

**Висновки і пропозиції.** Проведене моделювання за визначеними чинниками підтвердило ефективність геоінформаційного апарату для розв'язку просторових задач. Очевидним є проблема правильного облаштування майданчиків для збору сміття. Запровадження системи роздільного збору ТПВ змусить розміщувати майданчики у зонах, де раніше не було такої потреби (багатоповерхові будівлі зі сміттєпроводом, приватний сектор тощо), а отже, подібне моделювання допоможе формувати полігони можливого розташування контейнерів. На цьому етапі невизначеним є питання раціонального розташування контейнерів усередині визначених зон розташування. Цю проблему автори будуть розглядати у подальших дослідженнях.

#### Список використаних джерел

1. *Про відходи* [Електронний ресурс] : Закон України від 05.03.1998 № 187/98-ВР. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80>.
2. *Корнієнко І. В.* Стан і напрями розв'язання проблеми утилізації екологічно небезпечних побутових відходів / І. В. Корнієнко, А. І. Кошма // *Чернігівський науковий часопис. Серія 2: Техніка і природа.* – 2012. – № 1 (3). – С. 122–127. –
3. *Ігнатенко О. П.* Розділяй та володарюй – принципи побутових відходів : практичний посібник / О. П. Ігнатенко. – К., 2013. – 173 с.
4. *Ільченко А. В.* Підвищення ефективності керування процесів перевезення твердих побутових відходів міста Житомира [Електронний ресурс] / А. В. Ільченко, І. Г. Коцюба // *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* – 2011. – № 2. – С. 150–153. – Режим доступу : <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/150.pdf>.
5. *Корнієнко І. В.* Декомпозиція задачі формування просторової структури мережі збору побутових відходів / І. В. Корнієнко, А. І. Кошма // *Технічні науки та технології.* – 2015. – № 1 (1). – С. 113–117.
6. *Про затвердження Державних санітарних норм та правил утримання територій населених місць* [Електронний ресурс] : Наказ Міністерства охорони здоров'я від 17.03.1995 № 145. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0457-11>.

7. *Настанова з улаштування контейнерних майданчиків*: ДСТУ-Н Б Б.2.2-7:2013. – [Чинний від 2014.04.01]. – К. : Український державний науково-дослідний інститут проблем водопостачання, водовідведення та охорони навколишнього природного середовища УкрВОДГЕО, 2013. – (Національний стандарт України).

8. *Про затвердження Методики роздільного збирання побутових відходів* [Електронний ресурс] : Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.08.2011 № 133. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1157-11>.