

DOI:

УДК 330.341.1:628.4.032

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

ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ФОРМУВАННЯ МІСТОБУДІВНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ САНІТАРНОГО ОЧИЩЕННЯ: ОГЛЯД

Розглянуто актуальні питання переробки муніципальних твердих побутових відходів, оцінено можливість такої переробки на підприємствах переробної галузі.

При цьому визначено напрямок розвитку інфраструктури санітарного очищення в бік розширення мережі центрів приймання та збору муніципальних твердих побутових відходів.

Розглянуто закордонний досвід функціонування об'єктів центрів приймання та збору муніципальних твердих побутових відходів, як одного з важливих елементів містобудівної інфраструктури санітарного очищення міста.

Ключові слова: муніципальні тверді побутові відходи; санітарне очищення міст; центр приймання та збору твердих побутових відходів; переробка.

Актуальність. Ефективне функціонування об'єктів міського господарства є важливим чинником сталого розвитку міста. Велику питому вагу в системі об'єктів міського господарства займає інфраструктура санітарного очищення, де гостро стоїть проблема переробки муніципальних твердих побутових відходів. Актуальність такої переробки можна оцінити, прослідкувавши за тим, як змінювались підходи Європейського Парламенту щодо кількості відходів, які мають бути перероблені. Так якщо у Директиві № 94/62/ЄС йшла мова про переробку 50–65%, то згідно Директиви № 2018/852 до 31 грудня 2030 року цей показник має досягнути 70%, що є майже граничною межею можливостей переробки. Україна повністю підтримує європейський шлях поводження з ТПВ. Тому, згідно Національного плану [0] відсоток переробки відходів в Україні слід підвищити до рівня 65%.

Постановка проблеми. Сьогодні в Україні існує ринок переробки: функціонують понад 100 переробних підприємств. Проте ці підприємства не мають можливості переробляти муніципальні тверді побутові відходи (далі – муніципальні ТПВ). Річ у неякісній сировині, яка надходить для переробки. Вирішення цієї проблеми ми вбачаємо в створенні мережі центрів приймання та

збору ТПВ (далі – ЦПЗ). Одним із таких методів є розширення мережі центрів приймання та збору ТПВ при підтримці виконавчої влади, в т.ч. на місцях – управлінцями міста. Перевагою створення муніципальних центрів для міста є можливість побудови ефективної систему роздільного збору ТПВ, що зумовить скорочення кількості ТПВ, яку слід утилізувати чи захоронити іншими методами, що в свою чергу сприятиме поліпшенню екологічної ситуації та зменшенню антропогенного впливу; для підприємств – збільшення ресурсного потенціалу та ріст обсягів потужності при менших операційних витратах.

Мета статті. Мета статті – розглянути та узагальнити зарубіжний досвід функціонування центрів приймання та збору муніципальних ТПВ.

Виклад основного матеріалу. Центри приймання та збору муніципальних ТПВ функціонують у багатьох країнах світу. Створення такого типу центрів дає змогу підвищити відсоток роздільно зібраних ТПВ від населення міст, що в свою чергу скорочує витрати та ресурси на сортувальних станціях.

Не зважаючи на те, що в Україні теж функціонують центри подібного функціонального спрямування (т.з. приватні пункти прийому вторинної сировини [1]), їх кількість скорочується. Імовірно це пов'язано з незадовільною формою вітчизняних центрів приймання та збору ТПВ та негативним історичним досвідом експлуатації даних центрів у II половині ХХ ст. в Україні, що зумовлює супротив у їх використання з боку жителів міста.

Проте, центри приймання та збору ТПВ мають різноманітні види та форми. Тому так важливо вивчити закордонний досвід функціонування центрів.

На рис. 1 представлено приклади функціонування центрів приймання та збору ТПВ у світі, з їхніми особливими назвами.

Далі розглянемо особливості функціонування центру у різних країнах.

Recycling centres (далі – RC) у Швеції виникли порівняно нещодавно. Перший центр такого плану був заснований у 1996 році. Проте сьогодні, мережа центрів охоплює всі муніципалітети країни. Центри стали настільки популярними, що вони працюють цілодобово.

Про доцільність функціонування центрів також може свідчити той факт, що в рамках цільових державних програм постійно проводяться дослідження оптимізації роботи центрів. До прикладу, програма «Центри переробки у Швеції – умови праці, екологічні та системні показники» [0].

House hold waste recycling centres (далі –HWRC) у Данії, Норвегії, Англії. За даними [0] 25% від всіх ТПВ збираються у Данії центрами HWRC. Через велику популярність центрів сьогодні в країні зростає кількість цілодобових HWRC, що дозволяє громадянам утилізувати відходи комфортно в будь-який час доби [0].








Закордонний досвід створення центрів приймання та збору ТПВ		
США	Solid Waste Collection And Recycling Centers	
Румунія	Municipal waste collection center	
Австралія	Recycling and Waste Disposal Depot	
Індія, Китай	Small scale center for waste sorting	
Італія	Waste collection center	
США та Канада	Drop-off centers	
Мозамбік	DryWasteCollectionCenters	
Швеція	Recycling centres	
Данія та Норвегія, Англія	House hold waste recycling centres	

Рис. 1. Приклади функціонування центрів приймання та збору ТПВ у світі

Інтенсивність зростання попиту на використання послуг центру представлено на рис.2. Імовірно таку популярність центри отримали у Швеції, оскільки плата за прийом ресурсоцінних ТПВ відсутня або символічна.

кг/люд*рік

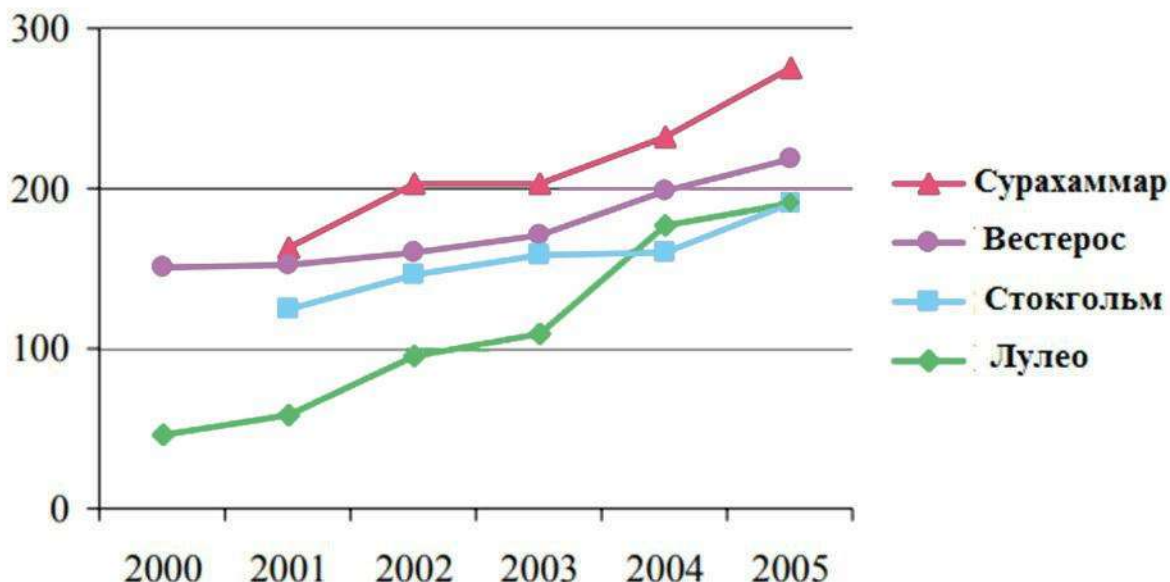


Рис.2. Ріст популярності користування ЦПЗ у Швеції [0]

У Великій Британії відсоток ТПВ, зібраних виключно HWRC дещо менший і складає 16% [0], проте в кількісних показниках це неймовірно великий відсоток.

Дані центри будувались в країнах давно. Проте в останні роки змінилась парадигма підходів до їх проектування та будівництва. Старі центри утилізації часто будувались на сміттєзвалищах на околицях міст. Нові центри утилізації розташовані у промислових приміських районах, поблизу житлових районів. У старих центрах утилізації часто не вистачало багатьох характеристик, які називають сучасною індустріалізацією, тобто організованою відповідно до сучасних принципів промисловості. Оскільки вони часто будувались на полігонах, то вони були незручними для користувачів. Стара схема організації прийому ТПВ з пандусами призводила до виникнення черг, зменшуючи пропускну спроможність. Нові центри утилізації мають краще планування та організаційну структуру [0].

Small scale center for waste sorting (далі – SSCWS). Розглянуті види центрів є, як правило вузькоспеціалізованими. Вони приймають лише деякі фракції: або небезпечні відходи, або лише пластик та папір, ін. Збір фракцій відбувається в звичайні контейнери, проте координується співробітниками центру.



Рис. 3. Перспективний вигляд центру у м. Мальмен [0] з схемою руху по центру в напрямку від 1 до 4, при цьому, 1 – офіс прийому громадян, 2 – площадка для складування садових відходів, 3 – площадка для складування небезпечних відходів, 4 – площадка для складування ресурсоцінних відходів

Так функціонування центрів у м. Куеліман дає змогу отримали 0,3 – 0,4 т пластикових відходів [0].

Якщо для Мозамбіку практика функціонування центрів обмежується одним містом, то в Китаї центри такого типу поширені по всій країні. В країні також введено інтерактивні технології для відвідувачів центрів. Так у 2017 році компанія «Xus» розробила мобільний додаток під назвою «Aifenlei», що дозволяє домогосподарствам зарезервувати ресурсоцінні фракції, такі як скло, електроніка, посуд та одяг, а також інші матеріали, що підлягають вторинній переробці або шкідливі матеріали. В свою чергу, користувачам центру платять талони, які можна використовувати для придбання предметів першої необхідності. Функціонування центрів дало змогу зменшити відсоток ТПВ, що спалюється на 33% в бік їх переробки [0].

Влада Китаю вважала не правильним вчинком, що вони переробляють імпортовані відходи, а свої власні спалюють, тим самим втрачаючи потенціал сировини та забруднюючи власну територію. Тому і запроваджувала ряд кроків у сфері поводження з ТПВ, які б сприяли переробці ТПВ країни. До прикладу, заборонили імпорт світових відходів для переробки, що зумовило світовий колапс у сфері вторинної переробки.

Waste collection center (далі – WCC). Особливий інтерес в плані планувальної структури мають італійські центри збору ТПВ. WCC у м. Джовінаццо являє собою пункт прийому ресурсоцінних фракцій ТПВ, який розташований у міській зоні, під естакадою. Його було запроєктовано з ціллю близькості районів, що мають найвищий рівень щільності населення. Він має площу, рівну 1000 м² [0].

При будівництві особливу увагу було приділено архітектурним аспектам центру, а саме перед архітекторами стояли задачі: здійснити високу архітектурну інтеграцію з існуючими будівлями; покращити міський ландшафт району, де розташований WCC; максимально сховати машини та обладнання; підвищити архітектурну якість периферійної міської зони, де розміщується об'єкт; при цьому обов'язковою умовою було складування муніципальних ТПВ лише в залізничній буферній зоні [0].

Планувальна структура WCC передбачає відгородження, забезпечення двома воротами (один для користувачів, інша для робітників), внутрішньою дорогою для транспортних засобів для збору (задні вантажні ущільнювачі та контейнеровози) та широкою поверхнею-фартухом для зберігання відходів здебільшого під естакадою (55% площі, яку займає WCC, знаходиться під прольотом естакади) [0].

На рис.4 продемонстровано візуалізацію WCC, показано компонування WCC та показано вид збоку та фронтальний вид WCC [0].

Поверхня – фартух запроектована як ізолюючий шар та обладнана підземним 1000-літровим HDPE-баком для збору будь-якої потенційного фільтрату. Офіс, забезпечений комп'ютером та маленькою ваговою станцією, та санвузол для працівників розташований у вікні реєстрації, розміщеному поруч із головними воротами [0].

Операція реєстрації включає: ідентифікація клієнта; візуальний огляд відходів; кількісна оцінка відходів; виписка квитанції клієнтові.

Усі відходи зважуються та розміщуватимуться операторами у позначених контейнерах із спеціальними характеристиками для зменшення можливого втручання у навколишнє середовище [0].

WCC являє собою невелику будівлю, виготовлену з природних та поновлюваних матеріалів. З метою поліпшення соціальної прийнятності об'єктів для збору відходів, WCC планується обгороджувати огорожею з білого дроту, частково прихованою клумбою [0].

У Індії аналогом даних центрів є Dry Waste Collection Centers (далі – DWCCs) [0]. Розбудова мережі центрів є ініціативою муніципальної влади міста Бенгалуру. В даних центрах приймають всі фракції ТПВ: три види вологих ТПВ (органічні фракції та відходи с/г та тваринництва), ресурсоцінні ТПВ (папір, пластмаси тощо) та небезпечних (побутові біомедичні відходи, ін.). Проте перед прийом фракцій здійснюється лише розсортовано. Це дуже незвична практика для жителів країни. Проте функціонування мережі центрів за оцінками працівників дає змогу віддати на переробку близько 1050 тонн ресурсоцінних фракцій в рік. Окрім того для міста даний проект є ще і соціальною програмою. Працівники центрів, яких працює 7,5 тисяч чоловік, мають додаткові соціальні

пільги та кращі умови праці, ніж працюючи сортувальниками на сортувальних станціях чи взагалі на відкритому полігоні чи сміттєзвалищі [0].



Рис.4. План та розріз WCC: а. схема ділянки центру: 1 – зона складування муніципальних ТПВ, 2 – зона складування небезпечних відходів, 3 – зона складування будівельних відходів; б. розріз WCC [0]

У США поширеними Drop-offcenters. Їхнє розташування, як правило, прив'язано до міжміських доріг [0, 0].

На актуальність розбудови мережі центрів приймання та збору ТПВ вказує постійне проведення конкурсів на розробку кращих проектів центру приймання та збору. Так на рис. 5 представлено проектні пропозиції центру приймання та збору ТПВ.

Huarte Vaillo Recycling Center. Проект був розроблений компанією «Vaillo + Irigaray» і реалізований в м. Уарте, Іспанія. Особливістю проекту є те, що навіть сама будівля реалізована з вторинних матеріалів.

Пропозиція – переможець конкурсу «Design Award & Competition 2017» Центр прийому ТПВ [0], розроблений архітекторами Azim A. Azizand Zulqaisar Namidin (рис. 5). Центр було реалізовано у 2015 р. у м. Кіберджая, Малайзія.



Рис. 5. Загальний вигляд ЦПЗ у м.Кіберджая, Малайзія



Рис. 6. Приклади ЦПЗ у різних містах

Висновки

1. Доведено, що центри приймання та збору муніципальних ТПВ – це ефективний і поширений метод заготівлі вторинної сировини, популярність, якого стрімко зростає закордоном.

2. Проведений огляд дав змогу стверджувати про зростання практики функціонування центрів приймання та збирання муніципальних ТПВ у світі. Виділено основні види таких центрів та наведено їх особливості функціонування та основні конструктивні рішення.

3. Зазначено швидку динаміку розвитку мережі центрів приймання та збору муніципальних ТПВ у країнах з розвинутою економікою в останні роки.

Список використаних 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 П-89-80. – Чинні від 2018-09-01. К.: Мінрегіон України, 2018. 187 с.

2. Куркин П. Ю. Организация переработки и использования твердых бытовых отходов : опыт США и проблемы России : дис. ... к.э.н.: 08.00.14/ Московского гос. ун-та леса. Москва, 2010.362 с.

3. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.02.2019 №117-р. Верховна Рада України. Законодавство України : веб-сайт. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalnogo-planu-pravlinnya-vidhodami-do-2030-roku> (дата звернення: 11.05.2020).

4. Chandran P., Narayanan S. A Working Observation on the Dry Waste Collection Centers in Bangalore. *Procedia Environmental Sciences*. 2016. №35. С. 65–76. doi:10.1016/j.proenv.2016.07.023

5. Dahlen L., Vukicevic S., Meijer J.–E., Lagerkvist A. Comparison of different collection systems for sorted household waste in Sweden. *Waste Management*. 2007. №27, С. 1298–1305.

6. Downtown recycling system vision study. Kcdc resident urban design studio: веб-сайт. URL: <http://www.kcdesigncenter.org/downtown-recycling-system-study> (дата звернення: 12.10.2019).

7. Drop-off Locations. GreenDrop: веб-сайт. URL: <https://www.gogreendrop.com/find-a-location> (дата звернення: 12.10.2019).

8. Edjabou M. E., Faraca G., Boldrin A., Astrup T. F. Temporal and geographical patterns of solid waste collected at recycling centres. *Journal of Environmental Management*. 2019. №245. С. 384–397. doi:10.1016/j.jenvman.2019.05.059

9. Engkvist I.–L., Eklund J., Krook J., Björkman M., Sundin E. Perspectives on recycling centres and future developments. *Applied Ergonomics*. 2016. №57. С. 17–27. doi:10.1016/j.apergo.2016.01.001

10. Fiorucci P, Minciardi R, Robba M, Sacile R. Solid waste management in urban areas – development and application of a decision support system. *Resour Conserv Recycle*. 2003. №37. С. 301–328. doi:10.1016/S0921-3449(02)00076-9

11. Hemphälä H., Kihlstedt A., Eklund J. Vision ergonomics at recycling centres. *Applied Ergonomics*. 2010. №41(3). С. 368–375. doi:10.1016/j.apergo.2009.06.010

12. In Depth: Beijing's New Solution for Millions of Tons of Trash. Caixin. : веб-сайт. URL: <https://www.caixinglobal.com/2020-01-06/in-depth-beijings-new-solution-for-millions-of-tons-of-trash-101501187.html> (дата звернения: 23.11.2019).

13. Piscitelli M., Piscitelli F. Facilities for separated waste collection and waste minimization in a small urban area: the project of a waste collection center and three urban composting facilities. *Proceedings Sardinia 2019. CISA* : веб-сайт. URL: <https://www.sardiniasymposium.it/en/symposium-proceedings>

14. Recycle Collection Center Recycle Collection Center by Azim A. Aziz and Zulqaisar Hamidin. A' Design Award and Competition: веб-сайт. URL: <https://competition.adesignaward.com> (дата звернения: 12.10.2019).

15. Sector Update: The changing landscape of Bengaluru's waste management systems. S3IDF : веб-сайт. URL: <http://surl.li/cmrt> (дата звернения: 12.10.2017).

16. Tag : waste drop off locations. Recyclingcenters of Modulo: веб-сайт. URL: <https://www.modulo-recyclingcenters.com/tag/waste-drop-off-locations/>(дата звернения: 12.10.2019).

16. VillaF., VaccariM., VintiG.. Appropriate solid waste management system in quelimane (Mozambique): Study and design of a small scale center for plastic sorting with wastewater treatment. *Proceedings Sardinia 2019. CISA* : веб-сайт. URL: <https://www.sardiniasymposium.it/en/symposium-proceedings>

18. Waste Statistics. Ministry of environment and food Danish Environmental Agency : веб-сайт. URL <https://eng.mst.dk/> (дата звернения: 22.04.2020).

19. Woodard R., Bench M., Harder M. K., Stantzos, N. The optimisation of house hold waste recycling centres for increased recycling—a case study in Sussex, UK. *Resources, Conservation and Recycling*. 2004. № 43(1). С. 75–93. doi:10.1016/j.resconrec.2004.05.002

Яворовская О.В.,
Винницкий национальный технический университет

ЗАРЕБУЖНЫЙ ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ САНИТАРНОЙ ОЧИСТКЕ: ОБЗОР

В статье рассмотрены актуальные вопросы переработки муниципальных твердых бытовых отходов, оценены возможности такой переработки на предприятиях перерабатывающей отрасли. Определено направление развития инфраструктуры санитарной очистки в сторону расширения сети центров приема и сбора муниципальных твердых бытовых отходов.

Рассмотрен зарубежный опыт функционирования объектов центров приема и сбора муниципальных твердых бытовых отходов, как одного из важных элементов градостроительной инфраструктуры санитарной очистки города.

Ключевые слова: муниципальные твердые бытовые отходы; санитарная очистка городов; центр приема и сбора твердых бытовых отходов; переработка.

Yavorovska Olha,
Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

FOREIGN EXPERIENCE OF URBAN SANITARY FACILITIES PLANNING INFRASTRUCTURE:REVIEW

The article considers topical issues of solid waste disposal. The possibility of such processing at processing enterprises is estimated. The efficient functioning of municipal facilities is an important factor in the sustainable development of the city.

A large share in the separate enterprises of the municipal economy is the infrastructure of sanitary cleaning, where the problem of partitioning of municipal solid constructed deviations is acute.

The urgency of municipal solid waste recycling is specified in the European Directives. According to the Directives, the recycling rate is 70%. Ukraine fully supports the European way of solid waste management. Therefore, the percentage of waste recycling in Ukraine has increased to 65%.

The article identifies the direction of development of sanitation infrastructure in the direction of expanding the network of centers for reception and collection of municipal solid waste. The advantage of creating municipal centers for the city is the ability to build an effective system of separate collection of solid waste. This will reduce the amount of solid waste that should be disposed of or disposed of by other methods, which in turn will help improve the environmental situation and reduce anthropogenic impact; for enterprises - increase in resource potential and increase in capacity with lower operating costs.

The foreign experience of functioning of the objects of the centers of reception and collection of municipal solid household waste as one of the important elements of the town-planning infrastructure of sanitary cleaning of the city is considered.

It is proved that the centers of reception and collection of municipal solid waste is an effective and widespread method of procurement of secondary raw materials, the popularity of which is growing rapidly abroad.

The review made it possible to confirm the growing practice of the operation of collection and collection centers of municipal solid waste in the world. The main types

of such centers are singled out and their peculiarities of functioning and basic constructive decisions are given.

The rapid dynamics of development of the network of centers for reception and collection of municipal solid waste in countries with developed economies in recent years has been revealed.

Key words: municipal solid household waste; sanitary facilities; house hold 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. Kurkyn P. Yu. Orhanyzatsiia pererabotky y yspolzovaniia tverdykh bytovykh otkhodov : Opyt SShA Y Problemy Rossyy : dys. ... k.e.n.: 08.00.14/ Moskovskoho Hos. Un–Ta Lesa. Moskva, 2010.362 s. {in Russian}
3. Pro Zatverdzhennia Natsionalnoho Planu Upravlinnia Vidkhodamy Do 2030 Roku: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy Vid 20.02.2019 117–R. Verkhovna Rada Ukrainy. Zakonodavstvo Ukrainy : veb–Sait. URL: <https://www.kmu.gov.ua> (data Zvernennia: 11.05.2020). {in Ukrainian}
4. Chandran P., Narayanan S. A Working Observation on the Dry Waste Collection Centers in Bangalore. *Procedia Environmental Sciences*. 2016. №35. C. 65–76. doi:10.1016/j.proenv.2016.07.023. ({in English})
5. Dahlen L. , Vukicevic S. , Meijer J.–E. , Lagerkvist A. Comparison of different collection systems for sorted household waste in Sweden. *Waste Management*. 2007. №27, C. 1298–1305. ({in English})
6. Downtown recycling system vision study. Kcdc resident urban design studio: веб–сайт. URL: <http://www.kcdesigncenter.org/downtown–recycling–system–study> (дата звернення: 12.10.2019). ({in English})
7. Drop–off Locations. GreenDrop: веб–сайт. URL: <https://www.gogreendrop.com/find–a–location>(дата звернення: 12.10.2019). ({in English})
8. Edjabou M. E., Faraca G., Boldrin A. Temporal and geographical patterns of solid waste collected at recycling centres. *Journal of Environmental*. 2019. №245. C. 384–397. doi:10.1016/j.jenvman.2019.05.059. ({in English})
9. Engkvist I.–L., Eklund J., Krook J., Björkman M., Sundin E. Perspectives on recycling centres and future developments. *Applied Ergonomics*. 2016. №57. C. 17–27. doi:10.1016/j.apergo.2016.01.001. ({in English})
10. Fiorucci P, Minciardi R, Robba M, Sacile R. Solid waste management in urban areas – development and application of a decision support system. *Resour*

Conserv Recycle. 2003. №37. С. 301–328. doi:10.1016/S0921–3449(02)00076–9. ({in English})

11. Hemphälä H., Kihlstedt A., Eklund J. Vision ergonomics at recycling centres. Applied Ergonomics. 2010. №41(3). С. 368–375. doi:10.1016/j.apergo.2009.06.010. ({in English})

12. In Depth: Beijing’s New Solution for Millions of Tons of Trash. Caixin. : веб–сайт. URL: <https://www.caixinglobal.com> (data zvernennia: 23.11.2019). ({in English})

13. Piscitelli M., Piscitelli F. Facilities for separated waste collection and waste minimization in a small urban area: the project of a waste collection center and three urban composting facilities. Proceedings Sardinia 2019. CISA : веб–сайт. URL: <https://www.sardiniasymposium.it/en/symposium–proceedings>. ({in English})

14. Recycle Collection Center Recycle Collection Center by Azim A. Aziz and Zulqaisar Hamidin. A' Design Award and Competition: веб–сайт. URL: <https://competition.adesignaward.com> (data zvernennia: 12.10.2019). ({in English})

15. Sector Update: The changing landscape of Bengaluru’s waste management systems. S3IDF : веб–сайт. URL: <http://surl.li/cmrt> (дата звернення: 12.10.2017).

16. Tag : waste drop off locations. Recyclingcenters of Modulo: веб–сайт. URL: <https://www.recyclingcenters.com/>(data zvernennia: 12.10.2019). ({in English})

16. VillaF., VaccariM., VintiG.. Appropriate solid waste management system in quelimane (Mozambique): Study and design of a small scale center for plastic sorting with wastewater treatment. Proceedings Sardinia 2019. CISA : веб–сайт. URL: <https://www.sardiniasymposium.it/en/symposium–proceedings>. ({in English})

18. Waste Statistics. Ministry of environmentand food Danish Environmental Agency : веб–сайт. URL <https://eng.mst.dk/> (дата звернення: 22.04.2020). ({in English})

19. Woodard R., Bench M., Harder M. K., Stantz, N. The optimisation of house hold waste recycling centres for increased recycling—a case study in Sussex, UK. Resources, Conservation and Recycling. 2004. № 43(1). С. 75–93. doi:10.1016/j.resconrec.2004.05.002. ({in English})