УДК 658.576.1

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ УПРАВЛІННЯ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В КИЄВІ

Сігал О.І., канд. техн. наук, Павлюк Н.Ю., канд. техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М. Капніст 2а, м. Київ 03057, Україна

<https://doi.org/10.31472/tpe.3.2020.10>

Представлено поточний стан управління муніципальними відходами в Києві. Оцінено відповідність генерації побутових відходів статистичній чисельності населення. Представлено підходи до управління комунальними відходами в Польщі. Наведено результати порівняльного аналізу ефективності вироблення енергії зі змішаних відходів, RDF та біогазу. Запропоновано рекомендації щодо використання енергетичного потенціалу побутових відходів Києва.

Представлено текущее состояние управления муниципальными отходами в Киеве. Оценено соответствие генерации бытовых отходов статистической численности населения. Представлено подходы к управлению коммунальными отходами в Польше. Приведены результаты сравнительного анализа эффективности выработки энергии из смешанных отходов, RDF и биогаза. Предложены рекомендации по использованию энергетического потенциала бытовых отходов Киева.

The current state of municipal solid waste management in Kiev is presented. The correspondence between the production of municipal solid waste and the statistical population was estimated. The approaches to municipal solid waste management in Poland are presented. The results of a comparative analysis of the efficiency of energy production from mixed waste, RDF and biogas are presented. Recommendations on the use of the energy potential of municipal solid waste in Kiev are proposed.

Бібліографія 10, рис. 4, табл. 4.

Ключові слова: змішані побутові відходи, RDF, біогаз, чисельність населення.

RDF – паливо, отримане з відходів;
ГВП – гаряче водопостачання;
ДВС – двигун внутрішнього спалювання;
КП – комунальне підприємство;
МБО – механіко-біологічне оброблення відходів;

ПТУ – паротурбінна установка;
ССЗ – сміттєспалювальний завод;
ТПВ – тверді побутові відходи;
ТЕЦ-на-ТПВ – сміттєспалювальний завод, який передає в мережу електричну і теплову енергію.

Актуальність роботи. Проблема управління муніципальними відходами загалом в Україні і, зокрема, в Києві потребує вирішення на базі принципової зміни підходів. Згідно оновленому законодавству України: Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року [1], Національному плану управління відходами до 2030 року [2], Методичним рекомендаціям з розроблення регіональних планів управління відходами [3], законопроекту 2207-1-д від 04.06.2020 «Про управління відходами» [4], які приведені у відповідність до європейських Директив 98/2008/ЄС [5] тощо, управління відходами повинно відповідати, зокрема, принципам використання їх матеріального та енергетичного ресурсу. Обласні органи самоврядування і м. Київ мають розробити регіональні плани управління відходами. **Метою** роботи є аналіз ефективності різних технологій використання енергетичного потенціалу муніципальних відходів, а також відповідності їх

генерації статистичній чисельності населення міста на прикладі Києва. **Методи дослідження** включають вивчення статистичних даних, проведення розрахунків.

Поточний стан управління відходами в ЄС на прикладі Польщі

Європейський Союз активно впроваджує установки спалювання та сумісного спалювання відходів. За даними Eurostat, у 2018 році енергія відновлювалась з 29 % муніципальних відходів [6]. Як приклад, в статті стисло представлено підходи до відновлення енергії муніципальних відходів в Польщі.

Національний план управління відходами Польщі передбачає різні підходи до управління муніципальними відходами в залежності від кількості жителів:

- В регіонах з населенням більше 150 тис. жителів повинна впроваджуватись механічно-біологічна конверсія змішаних комунальних відходів, перероблення відходів (рециклінг), компостування та захоронення змішаних відходів.

- В регіонах з населенням більше 300 тис. жителів має відбуватись термічна утилізація змішаних комунальних відходів, рециклінг та захоронення змішаних відходів. З 1 січня 2016 року законодавством Польщі введено заборону на захоронення на полігоні комунальних відходів з теплою згоряння вище 6 МДж/кг.

До 2015 року у Польщі працював лише один, не дуже сучасний сміттєспалювальний завод у Варшаві. У 2015-2018 роках було запущено сім ТЕЦ-на-ТПВ потужністю від 60 до 220 тис. т/рік. Всі ТЕЦ-на-ТПВ можуть переробляти понад 1,2 млн. т змішаних відходів щорічно, що становить приблизно 10...15% утворених комунальних відходів. Наприкінці 2019 року було видано дозвіл на будівництво ще однієї ТЕЦ-на-ТПВ. Варшава планує побудувати нову ТЕЦ-на-ТПВ на понад 300 тис. т відходів на рік до 2022 року. Згідно регіональним планам управління відходами, в Країні повинно працювати 35 заводів термічного відновлення комунальних відходів.

Для порівняння, згідно Національній стратегії управління відходами, в Україні повинно бути збудовано 15 одиниць стаціонарних потужностей з термічної утилізації відходів до 2023 року і 20 одиниць – до 2030 року [1].

Результати досліджень та їх аналіз

Для визначення доцільності впровадження ТЕЦ-на-ТПВ в місті, необхідно провести аналіз чисельності населення та рівня його доходів, дослідити морфологію ТПВ.

Аналіз чисельності наявного населення Києва

Згідно офіційної статистики, обсяги утворення ТПВ в Києві з 2013 по 2019 роки збільшились на 20 % (табл.1), однак приріст населення за той же час становив тільки 4 % (рис.1-а) [7, 8].

Як свідчать дані табл.1, кількість відходів на одного киянина змінилась з 400 кг в 2014 році до 490 кг в 2019 році. Для порівняння, питома кількість ТПВ в Україні становить 250-300 кг/особу [2]. Підвищена кількість питомих комунальних відходів киян викликає сумнів та потребує аналізу.

За нашими припущеннями, зараз у Києві утворюється біля 0,95...1,0 млн. т комунальних відходів від зареєстрованих мешканців. Поява решти відходів потребує додаткового аналізу та пояснень.

Згідно дослідження Світового Банку, питома кількість ТПВ залежить від купівельної спроможності населення [9]. У США кількість муніципальних відходів на одну людину складає біля 800 кг, в ЄС – біля 500 кг

Таблиця 1. Динаміка генерації твердих побутових відходів в Києві в 2013-2019 роках

Роки	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Кількість населення, млн. осіб	2,845	2,869	2,888	2,907	2,926	2,935	2,951
Обсяги збирання ТПВ, млн. т	1,214	1,157	1,034	1,176	1,339	1,348	1,450
Питома кількість ТПВ, кг/осіб	423	403	358	405	458	460	491

Рис. 1. Динаміка утворення ТПВ та приросту населення в Києві згідно статистичних та розрахункових за обсягом ТПВ даних: а) Динаміка приросту населення та обсягів утворення ТПВ в Києві; б) Динаміка приросту населення Києва відповідно до статистичних та розрахункових за обсягом ТПВ даних.

на людину. Невідповідність статистичних даних щодо кількості населення та питомих муніципальних відходів киян свідчить про неточність даних про кількість мешканців міста чи про їхні статки. Оскільки фактичний рівень середніх доходів киян суттєво відрізняється від європейського, тож вважаємо, що реальна чисельність населення не відповідає статистичним даним.

За нашими припущеннями, після 2013 року кількість ТПВ в Києві зменшилась внаслідок зниження рівня доходів населення через економічну кризу та скорочення фактичного населення внаслідок політичної кризи. Причиною стрімкого зростання кількості відходів після 2015 року стало проживання в місті великої кількості незареєстрованих переселенців з тимчасово окупованих територій та мешканців інших населених пунктів, які приїхали до Києва на заробітки. Кількість населення міста, розрахована відповідно до офіційної кількості комунальних відходів та рівня доходів, доводить, що наявна кількість населення столиці перевищує 4 млн. осіб. (рис. 1-6).

Сучасний стан поводження з твердими побутовими відходами в Києві

Біля 80 % ТПВ Києва видаляються для захоронення на полігони, 15 % ТПВ використовується на сміттєспалювальному заводі «Енергія» КП «Київтеплоенерго», який вже п'ять років працює в режимі котельної. В 2019 році до теплової мережі Києва було передано 273,5 тис. Гкал теплоти для опалювання та гарячого водопостачання мешканців мікрорайону Позняки. Решта муніципальних відходів потрапляє на сміттєпереробні підприємства та заготівельні пункти вторинної сировини. На компостування муніципальні відходи не направляються взагалі (табл.2).

Аналіз даних табл. 2 показує, що в 2015 році спостерігалась підвищена активність діяльності в сфері «управління відходами». Кількість відходів, які були прийняті заготівельними пунктами вторинної сировини, в порівнянні з 2013 роком збільшилась на 10 %.

Спалювання ТПВ на ССЗ «Енергія» збільшилось вдвічі завдяки побудові у 2014 році перемички, яка з'єднала завод з міською тепловою мережею. Це перетворило дотаційний ССЗ «Енергія» у «Котельню-на-ТПВ», а спалювання побутових відходів стало економічно доцільним. Як наслідок, кількість ТПВ, що були захороненні на полігонах, зменшилась на 20 %.

Однак, після 2016 року спостерігається «зворотна» динаміка. В 2016-2017 рр. розпочалась зміна власника заводу «Енергія». З лютого 2018 р. один котел виведений в ремонт, на даний час незакінчений ремонт електрофільтра. В 2019 році обсяг ТПВ, які спалювались на заводі, зменшився майже в двічі. Через скорочення кількості пунктів прийому вторинної сировини кількість зібраних для рециклінгу ТПВ скоротилась в 3,4 рази. Встановлення контейнерів для збору паперу, пластику та скла призвело до збільшення кількості відходів на сміттєпереробних підприємствах лише на 1 %. Внаслідок цих факторів частка відходів, що вивозяться на полігони, підвищилась до рівня 2014 року.

Згідно положень Національного плану управління відходами до 2030 року [2], в Києві до кінця 2020 р. повинен бути розроблений План управління відходами міста. План має ґрунтуватись, зокрема, на аналізі морфології ТПВ міста. Результати дослідження морфології ТПВ Києва, проведеного ДП Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства [10], представлено в табл. 3.

Згідно табл. 3, ТПВ Києва можна розділити на дві основні групи відходів: енергетичні (відходи, спалювання яких дозволяє отримати енергію: забруднені папір, картон, полімери, текстиль, деревина, гума та шкіра, горючі залишки відходів, які залишаються після сортування) – 47 % та біовідходи (харчові і садово-паркові відходи) – 33 %. Залишок несортований негорючий мінеральний – 5%. Решта компонентів відходів повинна підлягати повторному використанню та рециклінгу, частка яких, відповідно до законопроекту 2207-1 «Про

Табл. 2. Управління твердими побутовими відходами в Києві

	Заготівельні пункти вторинної сировини	Сміттєпереробні підприємства	Ділянки компостування	Сміттєспалювальні заводи	Полігони (звалища)
2013	0.6%	3.8%	0.0%	12.0%	83.6%
2014	7.6%	2.0%	0.0%	12.9%	77.2%
2015	9.5%	3.6%	0.0%	24.5%	62.4%
2016	7.4%	3.6%	0.0%	21.8%	67.2%
2017	5.3%	3.4%	0.0%	18.2%	73.0%
2018	4.0%	3.5%	0.0%	15.2%	77.2%
2019	2.8%	4.4%	0.0%	13.7%	79.1%

відходи», має становити не менше ніж 15% від ваги муніципальних відходів до 2025 року та не менше ніж 20% до 2030 року.

Аналіз перспектив поводження з твердими побутовими відходами в Києві

Відповідно до положень Директиви 2018/851/ЄС про внесення змін до Директиви 2008/98/ЄС про відходи [11], після сегрегації відходів, з біологічних відходів необхідно виробляти біогаз і компост, а з енергетичних відходів – теплову і електричну енергію. Оскільки Україна енергозалежна країна, в даній статті проведено аналіз ефективності різних технологій використання енергетичного потенціалу ТПВ.

Авторами проведений аналіз 3 сценаріїв управління ТПВ Києва з метою використання їх енергетичного потенціалу, а також рециклінгу компонентів відходів. В розрахунках приймався перший норматив частки рециклінгу (15%), оскільки внаслідок економічної кризи, в якій перебуває Країна, рівень доходів населення знизився, тому і частка матеріально цінних компонентів ТПВ для рециклінгу значно знизилась (згідно дослідження Світового Банку, матеріальний потенціал ТПВ відповідає рівню доходів населення [8]).

Табл. 3. Морфологія твердих побутових відходів Києва

Найменування компоненту ТПВ	Частка компоненту ТПВ, %
Харчові і садово-паркові відходи	33%
Папір та картон	16%
Полімери (пластик, пластмаси. ПЕТФ, ТетраПак)	12%
Скло та кераміка	15%
Метали	1%
Текстиль	2%
Деревина	2%
Гума та шкіра	1%
Залишок несортований горючий	14%
Залишок несортований негорючий мінеральний	5%

Табл. 4. Розподіл твердих побутових відходів за технологіями переробки та відновлення

Технології	Сценарії I.1, I.2	Сценарії II.1, II.2	Сценарій III.1	Сценарій III.2
Рециклінг	15 %	15 %	15 %	
ССЗ «Енергія»	змішані ТПВ	24 %	24 %	
	RDF-паливо			24 %
Новий ССЗ	змішані ТПВ	61 %		
	RDF-паливо			28%
МБО	Біогаз	25 %	33 %	
	RDF	36 %	52 %	

В сценаріях використовувались варіанти розподілу ТПВ за двома основними технологіями:

- спалювання змішаних ТПВ на сміттєспалювальних заводах як в режимі котельної з виробництвом теплоти для надання послуг населенню з опалення та гарячого водопостачання, так і в режимі ТЕЦ-на-ТПВ при встановленні парової турбіни для виробництва електричної енергії;

- переробка змішаних відходів на установці механіко-біологічного оброблення відходів з виділенням біологічної фракції для виробництва біогазу (залишкова стадія процесу – компост), висушуванням та подрібненням решти відходів, формуванням з них RDF з наступним спалюванням на ССЗ та спалюванням біогазу з отриманням енергії.

Біогаз можна спалювати в пальникових пристроях сміттєспалювальних та водогрійних котлів для отримання теплової енергії або в двигунах внутрішнього спалювання для отримання електричної енергії.

Розподіл ТПВ за технологіями наведено в табл.4. Схеми сценаріїв управління відходами представлено на рис. 2.

Сценарій I: Виробництво енергії зі всіх змішаних ТПВ Києва на ССЗ «Енергія» та на новому ССЗ великої потужності (зі збільшенням потужності заводу питомі капіталовкладення зменшуються) (сценарій I.1 – в режимі котельні, сценарій I.2 – в режимі ТЕЦ-на-ТПВ).

Сценарій II: Виробництво енергії зі змішаних ТПВ на заводі «Енергія», а також МБО змішаних відходів з наступним виробництвом енергії з RDF і біогазу на інших потужностях (сценарій II.1 – в режимі котельні, сценарій II.2 – в режимі ТЕЦ-на-ТПВ).

Рис. 2. Виробництво енергії зі змішаних ТПВ, RDF та з біогазом.

а) виробництво теплової енергії

б) виробництво електричної енергії

Рис. 3. Виробництво енергії з ТПВ за різними сценаріями: а) та б).

Сценарій III: МБО змішаних відходів з наступним виробництвом енергії з RDF на ССЗ «Енергія» та на новому ССЗ, а також з біогазу на інших потужностях (сценарій III.1 – в режимі котельні, сценарій III.2 – в режимі ТЕЦ-на-ТПВ).

Результати розрахунку виробництва енергії з ТПВ Києва за сценаріями I-III

На рис. 3 та 4 представлено результати розрахунку ефективності виробництва енергії зі змішаних ТПВ та RDF і біогазу.

Кількісні значення виробництва енергії з ТПВ за різними сценаріями представлені на рис. 3.

Згідно рис. 3, найбільшу кількість теплової енергії можна отримати при спалюванні всього обсягу ТПВ Києва (2175 тис. Гкал/рік). Дані рис. 3 показують близькі значення виробленої енергії при спалюванні змішаних ТПВ за сценарієм 1 та RDF і біогазу за сценарієм 3. При спалюванні змішаних ТПВ можна отримати найбільшу кількість як теплової (близько 1,2 млн. Гкал/рік), так і електричної (близько 400 млн. кВт•год) енергії. Технологія МБО виробництва RDF за сценарієм 3 призводить до значного зменшення кількості палива. Тому спалювання сухого RDF підвищеної калорійності і біогазу хоч і забезпечують кращий процес горіння, але дають можливість отримати навіть трохи менше теплової і електричної енергії, ніж при спалюванні змішаних ТПВ.

Ефективність виробництва енергії з ТПВ показана на рис. 4.

Дані рис. 4 показують близькі значення ефективності вироблення теплової енергії при спалюванні змішаних ТПВ за сценарієм 1.1 (більш, ніж 55%), змішаних ТПВ та RDF і біогазу за сценарієм 2.1 (близько 52%)

та спалювання RDF і біогазу за сценарієм 3.1 (близько 51%). В останньому сценарії з'являється додатковий продукт – компост, який може бути використаний для підвищення родючості ґрунтів. Вторинна сировина, яка теоретично може бути відсортована зі змішаних відходів на установці МБО, на практиці має дуже низьку якість і не придатна для рециклінгу.

Але виробництво RDF і біогазу потребує додаткових експлуатаційних (енергетичних) затрат на сортування і висушування вологих ТПВ, а також капітальних затрат на будівництво крім ССЗ з якісною системою газоочищення ще й установок МБО. Це призводить до підвищення вартості Гкал теплової енергії, виробленої з ТПВ.

Висновки

1. Аналіз генерації твердих побутових відходів в Києві показав невідповідність кількості утворених відходів статистичним даним щодо чисельності наявного населення міста, що ускладнює організацію системи управління відходами.

2. Розрахунок енергетичної ефективності виробництва теплової і електричної енергії з ТПВ Києва при порівнянні використання різних технологій спалювання відходів показав, що пряме спалювання змішаних ТПВ з виробництвом теплової енергії, а також в режимі ТЕЦ та виробництво RDF і біогазу з подальшим їх спалюванням з виробництвом теплової енергії показують близькі значення ефективності виробництва енергії (55% і 51%), але пряме спалювання виявилось більш ефективним і менш енерго та фінансово затратним.

3. Технологія МБО переробки змішаних ТПВ для виробництва RDF і біогазу підвищеної калорійності потребує додаткових капітальних і енергетичних затрат

Рис. 4. Ефективність виробництва енергії з ТПВ Києва за різними сценаріями.

і призводить до зменшення виходу товарного палива та отримання меншої кількості теплової і електричної енергії.

4. Аналіз довів недоцільність сценарію 2 (будівництво МБО і спалювання змішаних ТПВ) і сценарію 3 (будівництво МБО і спалювання RDF і біогазу на ССЗ «Енергія» та новому ССЗ).

5. Найбільш ефективною технологією управління ТПВ для Києва є будівництво додаткової ТЕЦ-на-ТПВ великої потужності для забезпечення населення міста тепловою і електричною енергією.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року.* Схвалено розпорядженням КМУ (№ 820-р від 8.11.2017) <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/820-2017-%D1%80#n8>
2. *Національний план управління відходами до 2030 року.* Затверджений розпорядженням КМУ (№ 117-р від 20.02.2019) <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/117-2019-%D1%80#n13>
3. *Методичні рекомендації з розроблення регіональних планів управління відходами.* Затверджені наказом Міністерства екології та природних ресурсів України (№ 142 від 12.04.2019) <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0142737-19#Text>
4. *Проект Закону України «Про управління відходами»* (2207-1-д від 04.06.2020). http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033
5. *Directive 2008/98/EC* of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>
6. *Facts...about Waste-to-Energy / ESWET* <http://www.eswet.eu/facts.html>
7. *Мінрегіон.* <https://www.minregion.gov.ua/>
8. *Мінстат.* <http://www.ukrstat.gov.ua/>
9. *What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management.* – World Bank, 2012 <http://documents.worldbank.org/curated/en/302341468126264791/pdf/68135-REVISED-What-a-Waste-2012-Final-updated.pdf>
10. *ДП Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства.* <https://golos.kyivcity.gov.ua/files/2014/6/19/zvit.pdf>
11. *Directive (EU) 2018/851* of the European Parliament and of The Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=EN>

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT IN KYIV CITY, UKRAINE

Sigal O., Pavliuk N.

Institute of Engineering Thermophysics, National Academy of Sciences of Ukraine, 2a, Kapnist str., Kyiv 03680, Ukraine

<https://doi.org/10.31472/tpe.3.2020.10>

The aim of this paper is to determine upcoming trends for use of the energy potential of municipal solid waste in Kyiv city, Ukraine. The current state and development prospects of this area of waste management is considered. This article presents the approaches to the use of energy potential of municipal solid waste in Poland. It is demonstrated that the amount of Waste-to-Energy Plant in Poland has been growing dynamically after 2015. This approach is consistent with the goals set by the National Waste Management Strategy in Ukraine. An analysis of the energy potential of municipal solid waste in Kyiv showed that the energy efficiency of mixed solid waste incineration differs slightly from incineration of RDF combined with biogas. The main factors affecting the economic efficiency of thermal treatment of MSW are capital costs of the construction of plants with a high-quality system for flue-gas cleaning, operating costs of energy production and the cost of raw materials. Combined mixed waste incineration at Waste-to-Energy Plant entails only capital costs. The introduction of the technology of mechanical and biological treatment of MSW requires additional capital costs of the construction of MBT systems. Operating costs of the production of RDF and biogas increase fuel costs. It has been demonstrated that the most appropriate approach for burning of MSW in Kiev is the construction of a Waste-to-Energy Plant. The discrepancy between the amount of MSW produced in Kyiv city and the statistical population of the last is shown, which confirms that a significant number of unregistered residents live in the capital.

References 11, figures 4, tables 4.

Key words: mixed waste, RDF, Waste-to-Energy Plant, MBT, biogas, population.

1. *Natsionalna stratehiia upravlinnia vidkhodamy v Ukraini do 2030 roku*. Skhvaleno Rozporiadzenniam RMU № 820-r vid 8.11.2019 [Ukrainian National Waste Management Strategy until 2030. Approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine Executive Order No 820-p of 8 November 2017] (in Ukr.) <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/820-2017-%D1%80#n8>

2. *Natsionalnyi plan upravlinnia vidkhodamy do 2030 roku*. Zatverdzhnyi Rozporiadzenniam KMU No 117-r vid 20.02.2019 [National Waste Management Plan until 2030. Approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine Executive Order (No 117-p of 20 February 2019)] (in Ukr.) <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/117-2019-%D1%80#n13>

3. *Metodychni rekomendatsii z rozroblennia rehionalnykh planiv upravlinnia vidkhodamy*. Zatverdzhnyi nakazom Ministerstva ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (№ 142 vid 12.04.2019) [Methodological Guidelines for the development of regional waste management plans. Approved by Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine (No 142 of 12 April 2019)] (in Ukr.) <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0142737-19#Text>

4. *Proekt Zakonu Ukrainy "Pro upravlinnia vidkhodamy"* (№ 2207-1-d vid 04.06.2020). Draft Law of Ukraine "On waste management" (No 2207-1-d of 04.06.2020) (in Ukr.) http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69033

5. *Directive 2008/98/EC* of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>

6. *Facts...about Waste-to-Energy / ESWET* <http://www.eswet.eu/facts.html>

7. *Minrehion [Minregion]* (in Ukr.) <https://www.minregion.gov.ua/>

8. *Minstat [State Statistics Service of Ukraine]* (in Ukr.) <http://www.ukrstat.gov.ua/>

9. *What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management*. – World Bank, 2012 <http://documents.worldbank.org/curated/en/302341468126264791/pdf/68135-REVISED-What-a-Waste-2012-Final-updated.pdf>

10. *DP Naukovo-doslidnyi ta konstruktorsko-tekhnologichniy instytut miskoho hospodarstva [State Enterprise "Research and Design Institute of Municipal Economy"]* (in Ukr.) <https://golos.kyivcity.gov.ua/files/2014/6/19/zvit.pdf>

11. *Directive (EU) 2018/851* of the European Parliament and of The Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=EN>

Отримано 05.07.2020

Received 05.07.2020