

УДК 502:628.4

АНАЛІЗ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПАПЕРОВИХ ВІДХОДІВ КИЄВА ТА ЛЬВОВА ТА ТЕХНОЛОГІЙ ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ОЦІНКИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

С. А. Тимошенко, Т. В. Дудар

Національний авіаційний університет, м. Київ
03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680, Україна.
E-mail: melkor2009@bigmir.net; tomadudar@i.ua

Х. О. Дерейко, М. С. Мальований

Національний університет «Львівська політехніка»
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна. E-mail: mmal@polynet.lviv.ua

Проведений аналіз впливу на довкілля паперових відходів і різного типу технологій, які можуть використовуватись для їх утилізації. Для порівняння обрані три стратегії поводження з паперовими відходами: захоронення, спалювання та рециклізація. Для досліджень використовувався метод оцінки життєвого циклу – методика для оцінки екологічних аспектів і потенційних екологічних впливів, пов'язаних із досліджуваным продуктом. Для розрахунку оцінки життєвого циклу паперових відходів міст Києва та Львова використовувалась програма SimaPro 7. Аналіз отриманих результатів показав, що система менеджменту паперових відходів Києва є більш ефективною і має менший вплив за всіма категоріями впливу порівняно із системою менеджменту паперових відходів Львова.

Ключові слова: менеджмент відходів, оцінка життєвого циклу.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ БУМАЖНЫХ ОТХОДОВ КИЕВА И ЛЬВОВА И ТЕХНОЛОГИЙ ИХ УТИЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

С. А. Тимошенко, Т. В. Дудар

Национальный авиационный университет, г. Киев
просп. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680, Україна.
E-mail: melkor2009@bigmir.net; tomadudar@i.ua

Х. О. Дерейко, М. С. Малеваний

Национальный университет «Львовская политехника»
ул. С. Бандеры, 12, г. Львов, 79013, Украина. E-mail: mmal@polynet.lviv.ua

Проведен анализ влияния на окружающую среду бумажных отходов и различного типа технологий, которые могут использоваться для их утилизации. Для сравнения выбраны три стратегии обращения с бумажными отходами: захоронение, сжигание и рециклизация. Для исследований использовался метод оценки жизненного цикла – методика для оценки экологических аспектов и потенциальных экологических влияний, связанных с исследуемым продуктом. Для расчета оценки жизненного цикла бумажных отходов городов Киева и Львова использовалась программа SimaPro 7. Анализ полученных результатов показал, что система менеджмента бумажных отходов Киева является более эффективной и оказывает меньшее влияние по всем категориям влияния в сравнении с системой менеджмента бумажных отходов Львова.

Ключевые слова: менеджмент отходов, оценка жизненного цикла.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Проблеми використання вторинних ресурсів залишаються одними із найважливіших як з точки зору підвищення ефективності використання ресурсного потенціалу, так і з погляду стабілізації та покращення екологічної ситуації. Активізація процесів щодо залучення у господарський обіг вторинної сировини сприятиме утворенню вагомого сировинного резерву й економії значного обсягу первинних матеріальних ресурсів. На сьогодні в Україні накопичено 35 млрд тонн відходів споживання. Захоронюють ці відходи на 4,5 тис. сміттєзвалищ і полігонах, загальною площею майже 7,8 тис. га, 22 % з яких не відповідають нормам екологічної безпеки, тобто є осередками забруднення довкілля. Однак лише 8 % від загального обсягу відходів використовується у вітчизняній промисловості як вторинна сировина [1]. Вторинне використання відходів у переважній кількості країн є правовим обов'язком підприємства у випадках, коли такий обов'язок допустимий з економічного погляду. Він складається з часткових процесів збо-

ру, розподілу, сортування, класифікації, підготовки і доставки на ринок відпрацьованих матеріалів. Реалізація цільового господарського підходу припускає логістичну концепцію збору й сортування, високу норму утилізації відходів, а також відповідну якість і чистоту зібраних відходів. Реалізація системного підходу до екологічної, енергетичної та економічної оптимізації поводження з відходами передбачає здійснення комплексного моніторингу територій та об'єктів поводження з відходами, створення ефективних систем зберігання, транспортування, утилізації, знищення та знешкодження відходів [1].

Накопичення побутових відходів значною мірою залежить від погодних умов, сезону року, ступеня благоустрою житлових будинків, рівня життя населення тощо. У загальному обсязі побутових відходів міститься 10,3–26,4 % паперу, 20–40 % харчових відходів, 0,75–3,7 % деревини, 0,2–8 % текстилю, 1–5,8 % металів, 1,1–9 % скла, 0,6–6 % полімерних відходів та інших речовин [2]. Приведені дані свідчать, що виходячи із значних об'ємів накопичення проблема утилізації

відходів паперу має важливе значення для забезпечення екологічної безпеки держави.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Нами розглядалися три сценарії утилізації паперових відходів: захоронення, спалювання, рециклізація. Найбільш перспективним є третій сценарій, але він вимагає певних вимог відносно чистоти та глибини сепарації паперових відходів.

Найбільш перспективною є утилізація і переробка макулатури з отриманням нових типів паперової продукції, що має велике екологічне і економічне значення, оскільки дозволяє скорочувати об'єми деревної сировини і знижує вартість готової продукції. Тонна макулатурного паперу дозволяє зберегти приблизно 5 кубометрів деревини, що дорівнює 20-25 деревам. Повторне використання паперу зменшує використання води на 60 %, енергії – на 40 %, при цьому забруднення повітря знижується на 74 %, води – на 35 % [2].

Паперові відходи можна переробляти способом екологічної біотехнології з приготуванням біомаси. В останні роки знайшла широке розповсюдження один з різновидів екологічної біотехнології, культивування вермікультури, тобто розведення на відходах паперу спеціально культивованих каліфорнійських черв'яків. Культивування компостних черв'яків дозволяє отримувати цінне концентроване органічне добриво – біогумус [3].

Крім екологічної біотехнології тверді відходи, що містять целюлозу, доцільно переробляти на інші продукти з дуже широким асортиментом застосування: карбоксиметилцелюлозу, мікрокристалічну целюлозу, великий клас простих ефірів целюлози [4].

Метою роботи є оцінка впливу на навколишнє природне середовище процесів утилізації паперових відходів на прикладі міст Києва та Львова з використанням методу оцінки життєвого циклу та аналізу системи менеджменту паперових відходів методом екоіндикатора–99 для розроблення рекомендацій щодо покращення та оптимізації систем менеджменту цих відходів

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для досліджень використовувався метод оцінки життєвого циклу (ОЖЦ) – методика для оцінки екологічних аспектів та потенційних екологічних впливів, пов'язаних з продуктом, за допомогою таких способів:

- 1) складання інвентаризації всіх вхідних і вихідних потоків у системі виробництва продукту;
- 2) оцінювання потенційних екологічних впливів, пов'язаних з вхідними або вихідними потоками;
- 3) інтерпретація результатів аналізу потоків інвентаризації і фаз оцінки екологічного впливу в залежності від мети аналізу [5].

ОЖЦ визначає екологічні впливи продукту чи послуги або, в більш загальному розумінні, впливи зміни виробництва чи дизайну продукту або послуги. Цілі та застосування ОЖЦ класифікуються за різними масштабами від короткотермінових до довготермінових цілей. Зокрема, сюди можуть входити:

- короткотерміновий інженерний проект;
- дизайн і оптимізація циклу життя;

- порівняння продукту, включаючи дизайн і удосконалення продукту;

- проведення екологічного маркування;
- довготермінове стратегічне планування.

Кожна з цих цілей вимагає власного типу аналізу і моделювання.

У процесі здійснення ОЖЦ усі викиди та використані ресурси, які входять чи виходять із циклу життя, перераховують у екологічні проблеми, яким ці ресурси чи викиди можуть потенційно сприяти [6]. Ключовим питанням є розуміння глобального підходу до ОЖЦ. Сам цикл життя стосується всіх процесів, необхідних для забезпечення функції продукту чи послуги (видобування ресурсів, транспорт, процеси виробництва, продаж, використання продукту, рециклізація чи повторне використання, управління відходами) [7].

Для розрахунку ОЖЦ паперових відходів міст Києва та Львова використовувалась програма SimaPro 7.

Для аналізу системи менеджменту паперових відходів міст Києва і Львова проводився аналіз ОЖЦ однієї тонни паперових відходів та її переробки згідно заданих границь системи.

Границі системи: способи переробки та утилізації паперових відходів за трьома сценаріями: захоронення (Landfilling), спалювання (Incineration), рециклізація (Recycling). Границі системи не включають способи виробництва цих матеріалів, спосіб збору та транспортування.

Способи переробки та утилізації паперових відходів за трьома сценаріями (захоронення, спалювання, рециклізація) використані, як базові процеси, що включаються в базу даних програми оцінки життєвого циклу SimaPro 7. Ці процеси є вже прорахованими і включають в себе необхідну для розрахунку інформацію. База даних SimaPro 7 заснована на статистичних середньоєвропейських даних щодо всіх процесів, включаючи необхідні для розрахунку процеси.

За даними муніципальних служб паперові відходи м. Львова складають 25 % від загальної кількості відходів, що утворюються у місті Львові. З них 15 % паперових відходів йде на захоронення, 2 % на спалювання і 8 % на рециклізацію. Паперові відходи м. Києва складають 28 % від загальної кількості відходів, що утворюються у місті Києві. З них 6 % паперових відходів йде на захоронення, 6 % на спалювання і 16 % – на рециклізацію

Отримані розрахункові дані для м. Львова представлені на рис. 1., а для м. Києва – на рис. 2. На рисунках відображене кількісне значення та інтенсивність екологічного впливу кожного із 3 процесів переробки паперових відходів. За допомогою програми SimaPro 7 всі результати були інтерпретовані в безрозмірну величину (points), оскільки кожен з процесів має різні спектри впливу на довкілля. Усі види впливів розподілені на 12 категорій: канцерогени; респіраторна органіка; респіраторна неорганіка, кліматичні зміни; радіація; озоновий шар; екотоксичність; підкислення/евтрофікація; використання землі; мінерали; викопні палива.

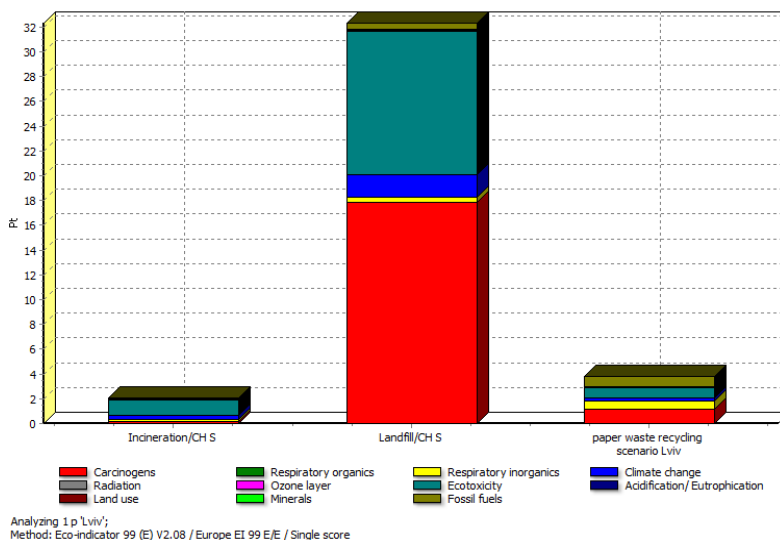


Рисунок 1 – Вплив на довкілля трьох сценаріїв утилізації 1 тонни паперових відходів м. Львова

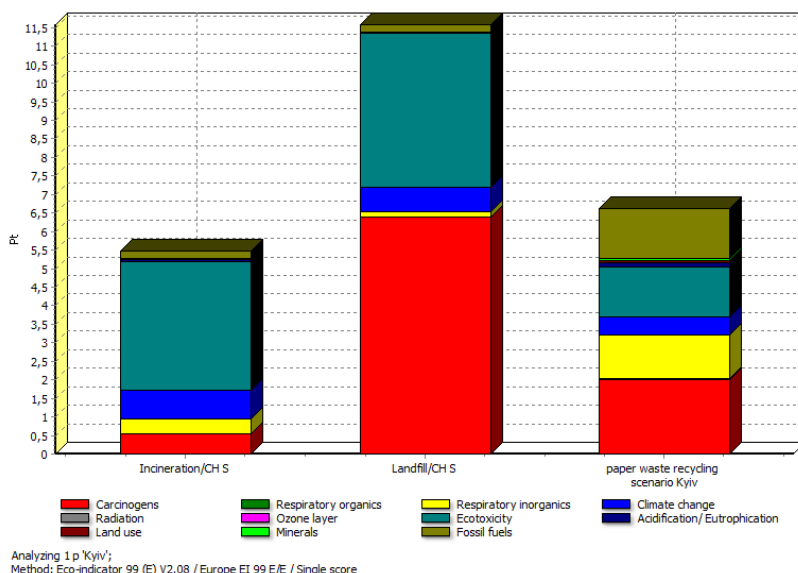


Рисунок 2 – Вплив на довкілля трьох сценаріїв утилізації 1 тонни паперових відходів м. Києва

Згідно з отриманими результатами для м. Львова (рис. 1) найбільший вплив має процес захоронення (32 бали), потім процес рециклізації (6 балів) і найменший вплив – процес спалювання (4 бали). Такі результати пояснюються різницею вхідних потоків щодо кожного із процесів. На основі цих результатів можна стверджувати, що система менеджменту паперових відходів Львова є малоєфективною, а екологічний вплив від процесу захоронення є надто високим, особливо за категоріями канцерогени (18 балів), екотоксичність (12 балів) та кліматичні зміни (2 бали).

Згідно з отриманими результатами для м. Києва (рис. 2), найбільший вплив має процес захоронення (11,5 бали), потім процес рециклізації (7,2 бали) і найменший вплив – процес спалювання (6 балів). Такі результати пояснюються різницею вхідних

потоків кожного із процесів. Система менеджменту паперових відходів Києва є більш ефективною, але екологічний вплив від процесу захоронення все ще надто високий, особливо за категоріями канцерогени (6,75 бали), екотоксичність (4,2 бали). Процес рециклізації також виділяється високим впливом, але це пояснюється тим, що вхідний потік у процес складає 57 % всього потоку системи. А процеси спалювання та захоронення мають однаковий вхідний потік і тому ці два процеси створюють значний екологічний вплив (спалювання 6 балів і захоронення 11,5 бали). Процес спалювання також має велику екотоксичність (3,5 бали).

Порівняльний аналіз систем менеджменту паперових відходів міст Києва та Львова наведений на рис. 3.

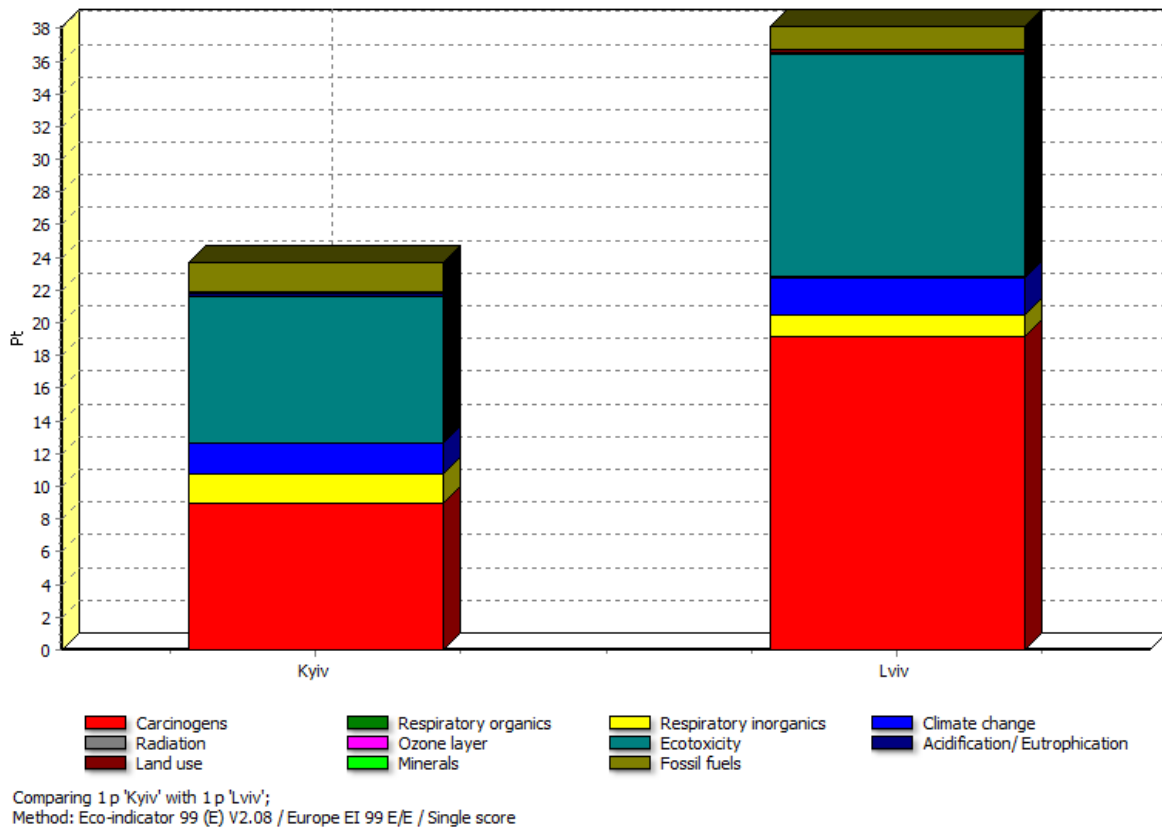


Рисунок 3 – Порівняльний аналіз впливу на довкілля систем менеджменту 1 тонни паперових відходів у містах Києві і Львові

Згідно з даними аналізу, приведеного на рис. 3, можна стверджувати, що на сьогоднішній день система менеджменту паперових відходів Львова створює набагато більший негативний вплив на довкілля (38 балів), ніж система менеджменту паперових відходів Києва (лише 26 балів). Суттєвим є виділення впливу за категоріями канцерогени (Львів – 18,5 бала; Київ – 8,2 бала) та екоотоксичність (14 балів для Львова і 9 балів для Києва).

ВИСНОВКИ. Таким чином, у результаті проведених досліджень встановлено:

1. Система менеджменту паперових відходів Львова є малоефективною, а екологічний вплив від процесу захоронення є занадто високим, особливо за категоріями канцерогени (18 балів), екоотоксичність (12 балів) і кліматичні зміни (2 бали). Найбільший вплив має процес захоронення паперових відходів (32 бали), потім процес рециклізації (6 балів) і найменший вплив – процес спалювання (4 бали).

2. Система менеджменту паперових відходів Києва є більш ефективною, але екологічний вплив від процесу захоронення все ще є надто високим, особливо за категоріями канцерогени (6,75 бали), екоотоксичність (4,2 бали). Процес рециклізації також виділяється високим впливом, що пояснюється тим, що вхідний потік у процес складає 57 % всього потоку системи. А процеси спалювання та захоронення мають однаковий вхідний потік і тому обидва ці процеси спричиняють значний екологічний вплив

(спалювання 6 балів і захоронення 11,5 бали). Процес спалювання має велику екоотоксичність (3,5 бала). Найбільший вплив на довкілля спричиняє процес захоронення (11,5 бала), потім процес рециклізації (7,2 бала) і найменший вплив – процес спалювання (6 балів).

3. Порівняльний аналіз систем менеджменту паперових відходів міст Києва та Львова показав, що на сьогоднішній день система менеджменту паперових відходів Львова створює набагато більший вплив на довкілля (38 балів), тоді як система менеджменту Києва – лише 26 балів. Виділяється вплив за категоріями канцерогени (Львів – 18,5 бали; Київ – 8,2 бали) та екоотоксичність (14 балів для Львова та 9 балів для Києва).

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2009 році. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 383 с.
2. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія і практикум. – Київ: Лібра, 2002. – 352 с.
3. Батлук В.А. Основи екології: Підручник. –К.: Знання, 2007. – 347 с.
4. Манушин В.І., Нікольський К.С., Мінскер К.С., Колесов С.В. Целюлоза, складні ефіри целюло-

зи і пластичні маси на їх основі. – Володимир: ЦНТИ, 1996. – 228 с.

5. Henrike Baumann & Anne-Marie Tillman. The Hitch Hiker's Guide to LCA. An orientation in life cycle assesment methodology and application. Published by Studentlitteratur AB. – Lund: Sweden, 2004. – 543 p.

6. Matsuto T. Life cycle assessment of municipal solid waste management-Cost, energy consumption and CO2emission, Proceedings of International

Symposiumand Workshopon Environmental Pollution Controland Waste Management 7–10 January 2002, Tunis (EPCOWM'2002). – PP. 243–248.

7. Ekvall T., Assefa G., Björklund A. et all. What life-cycle assessment does and does not do in assessments of waste management, WasteManag. – 2007. – 27(8). – PP. 989–996.

ANALYSIS OF THE PAPER WASTE ENVIRONMENTAL IMPACT IN KIEV AND LVIV. PAPER UTILIZATION TECHNOLOGIES USING THE LIFE CYCLE ESTIMATION METHOD

S. Tymoshenko, T. Dudar

National Aviation University

prosp. Cosmonaut Komarov, 1, Kyiv, 03680, Ukraine. E-mail: melkor2009@bigmir.net, tomadudar@i.ua

Kh. Dereiko, M. Maliovanyi

National University «Lviv Polytechnic»

vul. S. Bandera, 12, Lviv, 79013, Ukraine. E-mail: mmal@polynet.lviv.ua

The analysis of the environmental impact of waste paper and different types of technologies applicable for their recycling is performed. Three strategies of paper waste treatment were selected for the comparative analysis: landfill, incineration, and recycling. The of life cycle estimation method was selected for the research discussed – a methodology for assessing the environmental aspects and potential environmental impacts related to the product studied. The life-cycle assessment of paper waste of the cities of Kyiv and Lviv was calculated via the SimaPro 7 software. The analysis of the research results obtained indicates that the paper waste management system of Kiev is more effective and has less effect within all the influence categories in comparison with the paper waste management system of Lviv.

Key words: waste management, life cycle estimation.

REFERENCES

1. *National Report on the State of the Environment of Ukraine, 2009.* – Kyiv: Center of Environmental Education and Information, 2011. – 383 p. [in Ukrainian]

2. Bilyavsky G.O., Butchenko L.I. Navrotsky V.M. *Osnovy ekologii: teoriya i praktykum* [Fundamentals of Ecology: theory and practice]. – Kyiv: Libra, 2002. – 352 p. [in Ukrainian]

3. Batluk V.A. *Osnovy ekologii* [Fundamentals of Ecology]: textbook. – Kyiv: Znannya, 2007. – 347 p. [in Ukrainian]

4. Manushun V.I., Nikolskiy K.S. Minsker K.S. Kolesov S.V. *Tselyuloza, skladni efiry tselyulozy I plastychni masy na ikh osnovi* [Cellulose, cellulose esters and plastics based on them]. – Volodymyr, CNTI, 1996. – 228 p. [in Ukrainian]

5. Henrike Baumann & Anne-Marie Tillman. The Hitch Hiker's Guide to LCA. *An orientation in life cycle*

assesment methodology and application. Published by Studentlitteratur AB. – Lund: Sweden, 2004. – 543 p.

6. Matsuto T. Life cycle assessment of municipal solid waste management. Cost, energy consumption and CO2emission, *Proceedings of International Symposiumand Workshopon Environmental Pollution Controland Waste Management, 7–10 January 2002, Tunis (EPCOWM'2002).* – PP. 243–248.

7. Ekvall T., Assefa G., Björklund A., Eriksson O., Finnveden G. What life-cycle assessment does and does not do in assessments of waste management // *WasteManag.* – 2007. – 27(8). – PP. 989–996.

Стаття надійшла 26.12.2012.