

УДК 628.477  
UDC 628.477

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ НАКОПИЧЕННЯ  
ТВЕРДИХ КОМУНАЛЬНИХ ВІДХОДІВ МІСТА

Подчашинський Ю.О., доктор технічних наук, Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Коцюба І.Г., кандидат технічних наук, Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Лико С.М., кандидат сільськогосподарських наук, Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна

Лук'янова В.В., кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

MATHEMATICAL DESIGN AND PROGNOSTICATION OF VOLUMES  
OF ACCUMULATION OF HARD COMMUNAL WASTES OF CITY

Podchashinskiy Y.O., Doctor of Technical Science, Zhytomyr State Technological University, Zhytomyr, Ukraine

Kotsiuba I.G., Ph.D in Technical Science, Zhytomyr State Technological University, Zhytomyr, Ukraine

Lyko S.M., Candidate of Agricultural Sciences, Rivne State Humanitarian University, Rivne, Ukraine

Lukianova V.V., Candidate of Chemical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ  
НАКОПЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА

Подчашинський Ю.О., доктор технічних наук, Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Коцюба І.Г., кандидат технічних наук, Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Лыко С. М., кандидат сільськогосподарських наук, Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна

Лукьянова В.В., кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

**Постановка проблеми.**

Проблема екологічної логістики в поводженні з твердими комунальними відходами є спільною та актуальною для всіх країн світу, незалежно від рівня їхнього соціально-економічного розвитку. Отже, спираючись на досвід розвинених країн [1, 7, 8], які успішно вирішують проблеми екологічної логістики твердих комунальних відходів, доходимо висновку, що Україні вкрай потрібно сформувати власний шлях до виконання завдань з охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів, враховуючи при цьому особливості адміністративно-територіальної реформи та існуючі реалії щодо способів екологічної логістики в поводженні з твердими комунальними відходами (ТКВ).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

В Україні практично відсутнє вторинне перероблення ТКВ, яке на сьогодні є одним з найбільш екологічно безпечних заходів поводження з ними. У зв'язку з цим виникає потреба в активному пошуку інноваційних шляхів екологічної логістики в поводженні з твердими комунальними відходами, посилення в цьому плані координуючих функцій органів місцевого самоврядування. Нагального вирішення потребує й удосконалення законодавчо-нормативної бази в напрямі

екологічної логістики в поводженні ТКВ. Дослідження [3, 4] підтверджують нині існуючі наявні прогалини в сфері природоохоронного законодавства стосовно недостатнього стимулювання екологічної логістики в поводженні з твердими комунальними відходами саме на регіональному рівні.

Протягом останніх років інтенсифікувались дослідження з проблем регіональної екологічної безпеки, особливо в сфері екологічної логістики ТКВ. Значний вклад у вирішення цих проблем внесли, насамперед, такі провідні фахівці як А.М. Трофімчук, В.Г. Петрук, А.Г. Шапар, А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.Н. Александров, А.М. Коваленко, М.С. Мальований, М.Д. Гомеля, В.Ю. Некос, А.І. Горова, А.В. Гриценко, Г.М. Франчук, В.М. Шмандій та інші [1,2,6-8].

У зв'язку із зростанням міського населення більшого значення набуває проблема екологічної логістики у сфері ТКВ. На сьогодні однією із основних причин екологічно небезпечної ситуації в ряді регіонів України є недосконалість системи екологічної логістики в поводженні ТКВ, яка потребує вдосконалення та постійної адаптації до зростання кількості та різноманітності побутових відходів внаслідок збільшення чисельності міського населення, підвищення добробуту, зміни обсягу житлового фонду, роздрібною торгівлі та виробництва [1, 7].

**Метою** даної роботи є прогнозування обсягів накопичення твердих комунальних відходів, що дозволить суттєво зменшити антропогенне та техногенне навантаження на довкілля регіону в майбутньому.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися такі **завдання**:

1. Провести аналіз основних проблем екологічної логістики твердих комунальних відходів.
2. Визначити залежності обсягів накопичення ТКВ залежно від впливу екологічних, соціально-економічних чинників та спрогнозувати обсяги утворення твердих побутових відходів на території міста на 2017-2021 роки.

**Матеріали та методи дослідження.**

З традиційних загальнонаукових методів застосовувалися: аналіз і синтез (дослідження властивостей і факторів впливу обсяг накопичення ТПВ); порівняння та аналогія; узагальнення та абстрагування; математичне програмування, теорія графів і теорія множин (розробка системи збирання та транспортування ТПВ); управління проектами (планування і здійснення проекту транспортування ТПВ); моделювання і прогнозування (перевірка розроблених концепцій і верифікація запропонованих моделей). Також для вирішення поставлених завдань у дослідженні використовувалися методи математичного моделювання (математична статистика). Формування баз даних накопичення та транспортування ТПВ здійснювалося у середовищах Mathcad 7.0, Microsoft Excel, Borland C++, а при прогнозі і моделюванні системи транспортування ТПВ використовувалися географічні інформаційні системи у середовищі MapInfo.

**Отримані результати.**

На сьогодні в Житомирі в сфері управління та поводження з твердими побутовими відходами, постали ряд проблем, а саме: збільшилась кількість стихійних сміттєзвалищ (які з кожним роком зростає, хоч комунальні служби і прибирають); недостатня кількість сучасних контейнерів для збору побутових відходів та відсутність контейнерів для роздільного збирання відходів; неналежна якість надання послуг з вивезення твердих побутових відходів; відсутність в сміттєпереробного заводу; велика кількість побутових відходів на території міського звалища та не проведення моніторингу його впливу на довкілля. З цього постає проблема про впровадження екологічної логістики ТПВ, як комплексної системи управління та поводження з відходами на прикладі середнього міста України - Житомир.

Всі відходи міста без попереднього сортування завозяться на міське звалище, яке було засновано стихійно в 1957 р. без будь-якого проекту спеціальних заходів і рішень щодо запобігання негативного впливу на навколишнє середовище. Площа звалища складає 21,56 га, висота накопичення відходів – 30 м, з трьох боків (а саме з півночі, півдня і сходу) навколо звалища створений земляний вал заввишки 0,4 м. У кінці 1998 році вилучено 10 га земель ПАТ «Крошенського цегельного заводу» й надано управлінню житлово-комунального господарства під розширення міського звалища. Зараз тіло полігона – це кар'єр зі сміттям глибиною від 15 до 18 м, дно

якого має природну гідроізоляцію – шар глини глибиною 10 м. Звалище розділено на 6 карт, по периметру яких знаходяться дренажні канали для збору фільтрату до відстійників (2 шт), які розміщені в південній частині звалища. Окремих майданчиків для розміщення різних видів відходів не зроблено. Пошарове складування відходів здійснюється частково, за наявності будівельних відходів і дорожнього змету. Дезбар’єри для запобігання виносу забруднювачів транспортними засобами за територію звалища відсутні.

Полігон перевантажений, відсутнє огороження по периметру, немає санітарно-технічного паспорта, не знешкоджується фільтрат. Полігон потребує невідкладної санації та рекультивації. Через фінансові причини не розв’язано проблему розширення існуючого та будівництва нового полігона.

До полігона прокладено під’їзну дорогу з твердим покриттям, організовано пропускну систему. Він розміщений у північній частині міста по вулиці Андріївській. Відстань від території полігона до житлових одноповерхових індивідуальних будинків 500 м. Щовесни полігон різко збільшує об’єм рідкого фільтрату, який стікає до накопичувачів, які розташовані в найнижчій точці звалища й загрожує, прорвавши штучно створену дамбу, витекти до р. Крошенки. Для обмеження шкідливого впливу полігона на навколишнє природне середовище й здоров’я людей, а також для забезпечення контролю за полігоном щодо захоронення відходів передбачається зменшити обсяги захоронення побутових відходів шляхом упровадження сміттесортувальної лінії.

Накопичення побутових відходів значною мірою залежить від погодних умов, сезону року, ступеня благоустрою жилих будинків, рівня життя населення тощо. У м. Житомирі щороку накопичується близько 90 тис. тон твердих побутових відходів. На звалищі захоронено близько 44 млн. т відходів. Густина ТПВ складає 190–230 кг/м<sup>3</sup>. Звалище експлуатується без дотримання необхідної технології, відсутня пошарова ізоляція заповнених карт, не пробурені спостережні свердловини та свердловини виведення звалищного газу, звалище не має водонепроникної основи. Таким чином, застосування екологічної логістики в системі звалищ твердих побутових відходів має об’єднати в собі відомості про місце складування, транспортування та переробки відходів, моніторингу впливу звалища на довкілля та рекомендації щодо шляхів його зменшення.

Крім санкціонованого полігону, у місті налічується більше 20 стихійних звалищ відходів. Причина їх виникнення – повна відсутність послуг щодо збирання й вивезення відходів або надання їх у недостатній кількості й асортименті. Так, аналізуючи склад відходів, що накопичуються на таких звалищах, зазначимо, що більша частина – це гілля, пластмасові та будівельні відходи, які не дозволяється розміщувати в контейнерах для ТПВ або вони не поміщаються в них.

Накопичення ТПВ у Житомирській області і в усій Україні загалом характеризується тим, що в найбільш густо населених і промислово розвинутих регіонах з високим відсотком міського населення обсяги відходів, що накопичуються, значно вищі, ніж у сільськогосподарських. Тому переважна більшість зазначених відходів припадає на великі міста. Відповідно до норм утворення твердих побутових відходів, від кожного мешканця міста Житомира в середньому накопичується в рік 1,8 м<sup>3</sup> твердих побутових відходів [3, 5].

Аналіз процесу накопичення ТПВ у місті Житомирі дозволив виявити залежність їхньої структури і об’ємів від основних чинників. Під контроль узято ті чинники, які істотно впливали на вихід досліджуваного об’єкта, якщо кількість була великою, вдавалися до відсіювання менш істотних чинників. Насамперед урахували чисельність населення ( $n_c$ , тис. чел.). Установили пряму залежність (табл. 1): чим більше жителів населеного пункту, тим більш обсяг ТПВ. Крім того, вплив чисельності жителів на питомий обсяг ТПВ через відмінності рівня споживання. Кількість житлового фонду ( $f_g$ , тис. м<sup>2</sup>) як показник розвиненості населеного пункту, також є чинником впливу. Підтвердженням цього є вимоги нормативних документів, що регламентують оплату населенням послуг з вивезення ТПВ не за кількістю тих, хто проживає у квартирі, а за її метражем. Одним з важливих чинників виступив оборот роздрібною торгівлі, включаючи громадське харчування, де утворюється істотна частка ТПВ ( $t_r$ , млн грн). Фактори, що характеризують розвиток суспільства й добробут населення, – обсяг виробленої промислової продукції ( $v_p$ , млн грн) та грошові доходи населення ( $z_n$ , млн грн).

Таблиця 1 – Фактичні дані для побудови виробничої функції м. Житомира

Фактор	Статистичні дані					
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.
$n_c$ , тис. чол	271,8	271,9	271,3	270,9	269,9	267,6
$f_g$ , тис. м <sup>2</sup>	5386	5387	5393	5372	5389	5398
$t_r$ , млн грн	3445	3698,5	4047,1	4731,2	5348,6	5938
$v_p$ , млн грн	4119,5	6621,8	6943,4	8008,9	10845,1	11693
$z_n$ , млн грн	11034,5	13055	13473,5	14407	18034	19521
$q_{тпв}$ , м <sup>3</sup>	452689,2	469610,6	502268,6	527884,5	551550,6	576806,7

На основі даних (табл. 1) середньорічної чисельності населення міста в цілому й адміністративно-територіальних одиниць зокрема, роздрібна торгівля, дохід населення тощо були отримані апроксимуючі поліноміальні залежності та коефіцієнти детермінації, які занесли до таблиці 2.

Таблиця 2 – Залежності показників, які впливають на обсяг накопичення відходів

Фактор	Поліноміальною залежність	$R_2$
$n_c$ , тис. чол	$n_c = -0,1548x^2 + 622,41x - 625522$	0,95
$f_g$ , тис. м <sup>2</sup>	$f_g = 0,3611x^3 - 2179x^2 + 4E+06x - 3E+09$	0,58
$t_r$ , млн грн	$t_r = -0,0994x^2 + 550,68x + 3684,1$	0,99
$v_p$ , млн грн	$v_p = 50,908x^2 + 1306,4x + 5828,6$	0,97
$z_n$ , млн грн	$z_n = 108,07x^2 - 433493x + 4E+08$	0,98
$q_{тпв}$ , м <sup>3</sup>	$q_{тпв} = 2912,3x^2 - 9490,3x + 471813$	0,92

Використовуючи отримані апроксимуючі залежності, визначили прогнозні значення по чинникам. Збільшення обсягів ТКВ здійснюється за рахунок збільшення обсягу житлового фонду, істотного зростання показників роздрібною торгівлі та громадського харчування, зростання промислового виробництва, значного підвищення доходів. Статистика обсягів ТКВ, що вивозяться, показує їх постійну зміну. Загальною тенденцією останніми роками було зростання обсягів вивезення, на що вказує апроксимація результатів.

Унаслідок визначено, що вихідним показником дослідження за найменшим буде обсяг ТКВ  $q_{тпв}$  (тис. м<sup>3</sup>), який відповідає обсягу ТКВ, що накопичується та вивозиться з пунктів збирання:

1. Список аргументів виробничої функції відповідає прийнятим чинникам і включає: чисельність населення  $c_n$  (тис. чол.); обсяг житлового фонду  $g_f$  (тис. м<sup>2</sup>); оборот роздрібною торгівлі, включаючи громадське харчування  $t_r$  (млн. грн.); обсяг промислової продукції  $p_p$  (млн. грн.); грошові доходи населення  $d_n$  (млн. грн.).

2. Бажана область визначення функції повинна включати точки ( $c_n$ ,  $g_f$ ,  $t_r$ ,  $p_p$ ,  $d_n$ ).

3. Оскільки функція призначена для прогнозування обсягів накопичення ТКВ залежно від розмірів ресурсів, основна увага при апроксимації приділяється близькості фактичних і розрахункових значень вихідного показника.

Збільшення об'єму ТПВ має здійснюватися за рахунок збільшення обсягу житлового фонду, істотного зростання показників роздрібною торгівлі та громадського харчування, зростання промислового виробництва, значного підвищення доходів.

Таблиця 3 - Прогнозування обсягу накопичення ТКВ м. Житомира

Фактор \ рік	Прогнозовані дані				
	2017	2018	2019	2020	2021
$c_n$ , тис. чол.	264,1111	258,628	254,6037	248,3524	244,1067
$g_f$ , тис. м <sup>2</sup>	5385,24	5396,501	5385,737	5398,952	5391,151
$p_p$ , млн. грн.	5940,151	6100,914	6248,8	6385,722	6513,194
$t_r$ , млн. грн.	11666,22	11998,36	12305,87	12592,15	12859,96
$d_n$ , млн. грн.	21907,42	24492,6	27293,92	30311,38	33544,98
$q_{тпв}$ , м <sup>3</sup>	578617	595338	612059	628780	645501

Аналіз даних (табл. 3) показує, що приросту кожного з ресурсів відповідає позитивний приріст ТПВ. У таблиці 3 немає даних про результати ізолюваного зміни кожного з ресурсів, проте відомо, що населення відчуває брак коштів і його рівень життя залишається на низькому рівні. Це дозволяє стверджувати, що функція буде підвищуватися з ростом кожного аргументу. Обмеженість ресурсів не дозволяє збільшити населення більш ніж в 1,05 рази в прогнозованому періоді, тому можна вважати, що ефективність приросту цього ресурсу падає в силу його подальшого збільшення. Нарешті, у таблиці 3 відсутні дані, які суперечать гіпотезі про однорідність функції. Отже, є підстави припускати, що функція задовольняє неокласичні критерії.

Розглянемо питання про можливість заміни аргументів методом найменших квадратів з урахуванням статистичних даних по роках. У прогнозованому періоді очікується відносно стабільний рівень технологічного обміну між факторами. Умови усталеного режиму приблизно відповідає пропорційність граничної і середньої продуктивності факторів. Зі свого боку, це означає, що еластичність заміни факторів дорівнює одиниці. Оскільки на обсяг утворення ТКВ впливають неоднорідні фактори, то за основу математичної моделі вибирається функція, побудована за допомогою методу найменших квадратів, яку зобразили в графічній залежності (рис.1). Дані за фактичними, розрахунковими і прогнозованими обсягами ТКВ з 2009 по 2020 рр. для м. Житомира як основної ланки відходоутворного об’єкта нижче представлені графічно (рис. 1). Як видно з графіка, залежність факторів на основі прогнозних величин указує на зростання обсягів ТПВ у м. Житомирі.

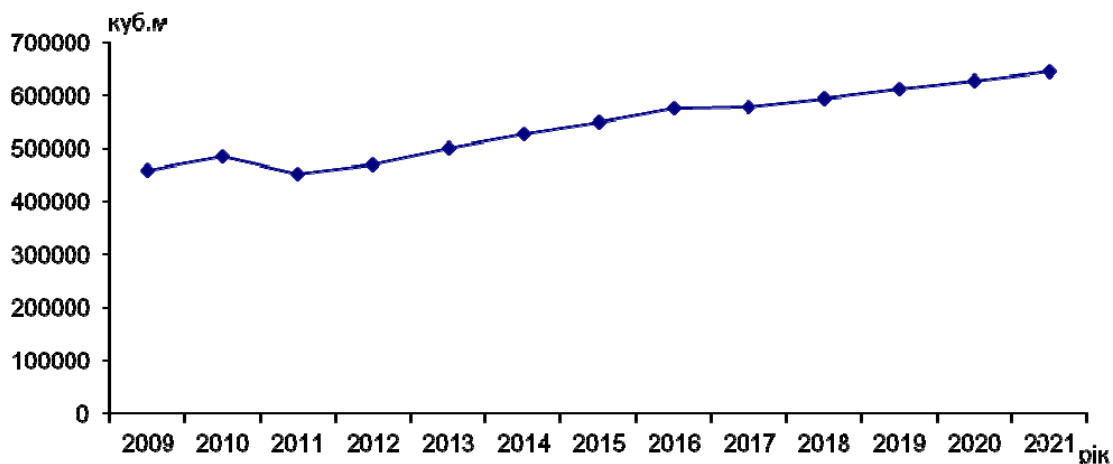


Рисунок – 1 Фактичні та прогнозні розрахунки обсягів утворення ТКВ

Найбільший вплив на цю функцію має промислове виробництво та роздрібна торгівля. Найбільшу кількість відходів можна прогнозувати на 2021 рік. Це пояснюється інтенсивною чисельністю населення та залежністю рівня життя і розвитку тих чи інших виробництв промисловості міста.

#### Висновки.

1. Проведено аналіз основних проблем екологічної логістики твердих комунальних відходів міста Житомира. Встановлено, що застосування екологічної логістики в системі звалищ твердих побутових відходів в місті має об’єднати в собі відомості про місце складування, транспортування та переробки відходів, моніторингу впливу звалища на довкілля та рекомендації щодо шляхів його зменшення.

2. На основі даних середньорічної чисельності населення міста в цілому й адміністративно-територіальних одиниць зокрема, роздрібна торгівля, дохід населення тощо були отримані апроксимуючі поліноміальні залежності та коефіцієнти детермінації. Встановлено, що збільшення обсягів ТКВ здійснюється за рахунок збільшення обсягу житлового фонду, істотного зростання показників роздрібною торгівлі та громадського харчування, зростання промислового виробництва, значного підвищення доходів. За отриманими в роботі даними прогнозується постійне збільшення обсягів накопичення ТКВ м. Житомира на період 2017-2021 років, що можна пояснити збільшенням чисельності населення та рівня життя, і розвитку тих чи інших виробництв промисловості міста.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бытовые проблемы больших городов. Зарубежный опыт их использования. / [Куркин П.Ю., Ларионов В.Г., Скрыпников М.Н., Шершнева Е.С.]. – Москва, 2000. – 38 с.
2. Воробйов А.Е. Принципи управління твердими побутовими відходами / А.Е. Воробйов, Е.В. Чекушина // Співпраця для вирішення проблеми відходів: Зб. наук. праць. – Харків: ХНЕУ, 2009. – С. 65–69.
3. 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>.
4. Коцюба І. Г. Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі / Коцюба І. Г., Щербатюк А. Ф., Годовська Т.Б. // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Серія: «Механіко-технологічні системи та комплекси». – Харків: НТУ "ХПІ". – 2016. – № 7 (1179). – с. 95-100.
5. Ільченко А.В. Математичне прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі \ А.В. Ільченко, Коцюба І.Г., І.В. Давидова \ \Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Ч.2. Економіка – Умань, 2011. – Вип. 76 . – С. 118-125.
6. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии, оборудование. / [А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.Н. Александров, А.М. Коваленко]. – Харьков: ХНАГХ, 2006. – 301 с.
7. Управління відходами: вітчизняний та зарубіжний досвід: посіб. / [О.І. Бондар, В.Є. Барановська, М.О. Барінов та ін.]; за ред. О.І. Бондаря. – К.: Айва Плюс Лтд, 2008. – 196 с.
8. Хомич В. С. Техногенные гидрохимические аномалии в зонах воздействия полигонов твердых отходов / В. С. Хомич, Н. В. Ковальчик, Т. И. Кухарчик // Весн. Белорусского гос. ун-та. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2006. –No 1. –С. 65–70.

REFERENCES

1. Domestic problems of cities. Foreign experience of their use. / [Kurkin P.Yu., Larionov V.G., Skripnikov M.N., Shershnev E.S.]. – Moskov, 2000. – 38 p. (Ru)
2. Vorobjov A.E. Principles of management hard domestic wastes / of A.E. Vorobjov, E.V. Chekushina // Collaboration for the decision of problem of wastes : Collection of scientific works.- Kharkiv: KhNEU, 2009. – P. 65-69. (Ukr)
3. Ilchenko A. V. Increase of efficiency of management of processes of transportation of hard domestic wastes of city of Zhytomyr [Electronic resource] / A. V. Ilchenko, I. G. Kocuba // Announcer of the Poltava state agrarian academy. – 2011. – № 2. – P. 150-153. Access mode: <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/150.pdf> (Ukr)
4. Kotsiuba I. G. Prognostication of volumes of formation of hard domestic wastes in city Zhytomyr / Kotsiuba I. G., Sherbatuk A. F., Godovska T.B. // An announcer of the National technical university is the "Kharkiv polytechnic institute". Collection of scientific works. Series: "Mechaniko-technologic systems and complexes". – Kharkiv: NTU "XPI". – 2016. – № 7 (1179). - p.95-100. (Ukr)
5. Ilchenko A. V. Mathematical prognostication of volumes of formation of hard domestic wastes in city Zhytomyr \ A. V. Ilchenko, I. G. Kotsiuba, I.V. Davidova \ \ Collection of scientific works of the Uman national university of gardening. - P.2. Economy - Uman, 2011. - No. 76 . - P. 118-125. (Ukr)
6. Hard domestic wastes. Problems and decisions. Technologies, equipment./ [A.M. Kasimov, V.T. Semenov, A.N. Aleksandrov, A.M. Kovalenko]. – Kharkiv: KhAGK, 2006. – 301 p. (Ru)
7. Management wastes: home and foreign experience. / [O.I. Bondar, B.E. Baranovska, M.O. Barynov and other]; for red. O.I. Bondar. - K.: Aiva Plus Ltd, 2008. - 196 p. (Ukr)
8. Chomich V. S. Technogenic hydrochemical anomalies in the zones of influence of grounds of hard wastes / V. S. Chomich, N. V. Kovalchik, T. I. Kukharchik // Vesnik Belarussian state University. Ser. 2, Chemistry. Biology. Geography. – 2006. –No 1. –P. 65–70. (Ru)

РЕФЕРАТ

Подчашинський Ю.О. Математическое моделирование и прогнозирование обсягів накопичення твердих комунальних відходів міста / Ю.О.Подчашинський, І.Г. Коцюба, С.М. Лико, В.В. Лук'янова // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Визначено особливості екологічної політики в Україні в умовах розвитку євроінтеграційних процесів. Доведено актуальність формування управлінських рішень екологічної логістики твердих побутових відходів задля зниження негативного впливу на довкілля. В статті подано аналіз системи логістики твердих комунальних відходів (ТКВ) першочерговим шляхом моделювання й прогнозування системи накопичення, поводження з твердими побутовими відходами. Показано роль логістики у зменшенні кількості відходів та в досягненні його економічних, соціальних та екологічних цілей. Підкреслено роль екологічної інформації та екологічних знань як особливого ресурсу в інноваційній економіці.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ЕКОЛОГІЧНА КРИЗА, ТВЕРДІ КОМУНАЛЬНІ ВІДХОДИ, ЛОГІСТИКА, ЕКОЛОГІСТИКА, ЗВАЛИЩЕ, ПОЛІГОН, СЕЗОННІ ЗМІНИ.

ABSTRACT

Podchashinskiy Y.O., Kotsiuba I.G., Lyko S.M., Lukjanova V.V. Mathematical design and prognostication of volumes of accumulation of hard communal wastes of city. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The features of ecological politics are certain in Ukraine in the conditions of development of eurointegration processes. Actuality of forming of administrative decisions of ecological logistic of hard domestic wastes is well-proven for the sake of decline of negative influence on an environment. In the article the analysis of the system of logistic of hard communal wastes (HCW) is given by the near-term way of design and prognostication of the system of accumulation, handling hard domestic wastes. The role of logistic is shown in reduction to the amount of wastes and in the achievement of him economic, social and ecological aims. The role of ecological information and ecological knowledge is underline as the special resource in an innovative economy.

**KEY WORDS:** ENVIRONMENT, ECOLOGICAL CRISIS, HARD DOMESTIC WASTES, LOGISTIC, ECOLOGISTIC, DUMP, GROUND, SEASONAL VIBRATIONS.

РЕФЕРАТ

Подчашинський Ю.О. Математичне моделювання та прогнозування об'ємів накоплення твёрдых коммунальных отходов города / Ю.О.Подчашинський, І.Г. Коцюба, С.М. Лыко, В.В. Лукьянова // Вестник Национального транспортного университета. Серія "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

Определены особенности экологической политики в Украине в условиях развития евроинтеграционных процессов. Доказана актуальность формирования управленческих решений экологической логистики твердых бытовых отходов для снижения негативного влияния на окружающую среду. В статье подан анализ системы логистики твердых коммунальных отходов (ТКВ) первоочередным путем моделирования и прогнозирования системы накопления, обращения с твердыми бытовыми отходами. Показана роль логистики в уменьшении количества отходов и в достижении его экономических, социальных и экологических целей. Подчеркнута роль экологической информации и экологических знаний как особенного ресурса в инновационной экономике.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС, ТВЕРДЫЕ КОМУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ, ЛОГИСТИКА, ЭКОЛОГИСТИКА, СВАЛКА, ПОЛИГОН, СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ.

**АВТОРИ:**

Подчашинський Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, професор, e-mail: ju.podchashinskiy@gmail.com, тел.+380637451700 Україна, 10005, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103, к.119а

Коцюба Ірина Григорівна, кандидат технічних наук, доцент, Житомирський державний технологічний університет, доцент, e-mail: kotsuba28@yandex.ua, тел.+380975396983, Україна, 10005, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103, к.119а

Лико Сергій Михайлович, кандидат сільськогосподарських наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, доцент. тел.+380673827752, Україна, м. Рівне, вул. Пластова, 12

Лук'янова Віталіна Віталіївна, кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: vitalina\_lk@i.ua, тел. +380677985533, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 312.

**AUTHOR:**

Podchashinskiy Y.O., Doctor of Technical Science, professor, Zhytomyr State Technological University, e-mail: ju.podchashinskiy@gmail.com, tel. + 380637451700, Ukraine, 10005, Zhytomyr, vul. Chudnivsk, 103, k.119a

Kotsyuba I.G., Ph.D in Technical Science, Associate Professor, Zhytomyr State Technological University, Associate Professor, e-mail: kotsuba28@yandex.ua, tel. + 380975396983, Ukraine, 10005, Zhytomyr, vul. Chudnivsk, 103, k.119a

Lyko S.M., Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Zhytomyr State Technological University, Associate Professor, tel. + 380673827752, 033000, Ukraine, Rivne, str. Plast 12

Lukjanova V.V., Candidate of Chemical Science, National Transport University, associate professor department of The Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: vitalina\_lk@i.ua, tel. +380677985533, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 312.

**АВТОРЫ:**

Подчашинський Ю.О., доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, професор, e-mail: ju.podchashinskiy@gmail.com, тел. +380637451700, Україна, 10005, г. Житомир, ул. Чудновская, 103, к.119а

Коцюба И.Г., кандидат технических наук, доцент, Житомирский государственный технологический университет, доцент, e-mail: kotsuba28@yandex.ua, тел. +380975396983, Украина, 10005, г. Житомир, ул. Чудновская, 103, к.119а

Лыко С. М., кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Житомирский государственный технологический университет, доцент, тел. + 380673827752, 033000, Украина, Ровно, ул. Пластова, 12

Лукьянова Виталина Витальевна, кандидат химических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: vitalina\_lk@i.ua, тел. +380677985533, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к. 312.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету, Київ, Україна

Давидова І.В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Житомирського державного технологічного університету, Україна, м. Житомир.

**REVIEWER:**

Khrutba V.O., Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Ecology and Safety of Vital Functions, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Davudova I.V., Ph.D., Associate Professor, Zhytomyr State Technological University, Ukraine, 10005, Zhytomyr