

## References:

1. Glensdorf P., Prigozhin I. *Termodinamicheskaia teoriia struktury, ustoichivosti i fluktuatsii* [Thermodynamic theory of structure, stability and fluctuations]. Moscow, Mir Publ., 1973. 280 p. (Rus.)
2. Voloshin V.S. *Priroda otkhodoobrazovaniia* [Nature of wastes]. Mariupol, Renata Publ., 2007. 666 p. (Rus.)
3. Prigozhin I.R., Stingers I. *Poriadok iz khaosa. Novyi dialog cheloveka s prirodoi* [Order out of chaos. Man's new dialogue with nature]. Moscow, KomKniga Publ., 2005. 296 p. (Rus.)
4. Prigozhin I.R. *Khimicheskaiia termodinamika* [Chemical thermodynamics]. Moscow, Binom Publ., 2010. 533 p. (Rus.)
5. Prigozhin I.R. *Ot sushchestvuiushchego k voznikaiushchemu. Vremia i slozhnost' v fizicheskikh naukakh* [From being to becoming. Time and complexity of physical sciences]. Moscow, KomKniga Publ., 2006. 296 p. (Rus.)
6. Prigogine I., George C. The Second law as a Selection Principle: The Microscopic Theory of Dissipative Processes in Quantum Systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1983, vol.80, pp. 4590-4594.
7. Winfree A. Rotating Chemical Reactions. *Scientific American*, 1974, vol. 230, pp. 82-95.
8. Prigozhin I.R. *Neravnovesnaia statisticheskaiia mekhanika* [Non-equilibrium statistical mechanics]. Moscow, Mir Publ., 1964. 314 p. (Rus.)

Рецензент: В.А. Маслов  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ЛГТУ»

Статья поступила 05.10.2016

УДК 628.4.043

© Коцюба І.Г.\*

### ПРОГНОЗУВАННЯ СЕЗОННОГО МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ М. ЖИТОМИРА

*В статті подано аналіз системи логістики твердих побутових відходів (ТПВ) першочерговим шляхом моделювання й прогнозування системи накопичення, поводження з твердими побутовими відходами. Визначено сезонну динаміку морфологічного складу ТПВ м. Житомира. Вивчений вплив різноманітних чинників на морфологічні властивості відходів міста. Проаналізовано сезонну динаміку морфологічного складу відходів з контейнерних майданчиків міста та звалища ТПВ міста. Визначено можливість використання запропонованого способу збирання відходів в зоні впливу звалища ТПВ м. Житомира.*

**Ключові слова:** полігон, тверді побутові відходи, звалище, стічні води, сухий залишок.

**Коцюба І.Г. Прогнозирование сезонного морфологического состава твердых бытовых отходов г. Житомира.** В статье приведен анализ системы логистики ТПВ первоочередным путем моделирования и прогнозирования системы накопления, обращения с твердыми бытовыми отходами. Определена сезонная динамика морфологического состава ТПВ г. Житомира. Изученное влияние разнообразных факторов на морфологические свойства отходов города. Проанализирована сезонная динамика морфологического состава отходов из контейнерных площадок города и свалки ТПВ города. Определена возможность использования предложенного способа сбора отходов в зоне влияния свалки ТПВ г. Житомира.

**Ключевые слова:** полигон, твердые бытовые отходы, свалка, сточные воды, сухой остаток.

\* канд. техн. наук, доцент, Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир, [kotsuba28@yandex.ua](mailto:kotsuba28@yandex.ua)

*I.G. Kotsiuba. Envisaging seasonal morphological composition of hard domestic wastes in Zhytomyr. The article analyzes the logistics of hard domestic wastes, modeling and predicting their accumulation and handling. The morphological composition of hard domestic wastes in Zhytomyr according to the season has been defined. The influence of various factors on the morphological features of the wastes has been studied. The seasonal morphological composition of the wastes both in the containers and in the dump yard has been analyzed. Possibilities to use the offered method of hard domestic wastes accumulation in Zhytomyr dump yard have been considered. The aim of this work was to improve the hard domestic wastes handling through its modeling and predicting wastes accumulation, to decrease their harmful effect on the environment and to ensure environmental protection and to use the wastes as secondary resources knowing the composition of hard domestic wastes. The object of the research is the system of hard domestic wastes handling on all its stages for better ecological, economic and social results.*

**Keywords:** ground, hard domestic wastes, dump yard, sewer waters, dry remain.

**Постановка проблеми.** Особливо гостро питання утворення відходів в Україні стоїть в умовах курсу до європейської інтеграції. Це обумовлено тим, що запобіжні заходи щодо забруднення відходами навколишнього середовища закладені в Директиві Європейської ради з інтегрованого запобігання забруднень і контролю над ними (1996 р.). Згідно з даною директивою країни-члени Євросоюзу повинні гарантувати, що підприємства будуть здійснювати всі необхідні заходи щодо запобігання забруднення середовища, зокрема утворення відходів; переробляти або, якщо це неможливо, видаляти їх з мінімальним збитком для довкілля. Пріоритетними напрямками розвитку екологічно-економічної безпеки великих промислових підприємств України є управління відходами, які чинять антропогенний вплив на навколишнє природне середовище [1-3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання утворення відходів в Україні актуалізують статистичні дані, відповідно до яких динаміка їх утворення прямує до збільшення, що значно збільшує ризики для навколишнього середовища та потребує нового підходу до поводження з відходами в забезпеченні їх економіко-екологічної безпеки. В умовах збільшення площ полігонів та незаконних звалищ відходів зростає роль та значення процесів утилізації відходів з метою зменшення їх впливу на навколишнє середовище.

А. М. Гонопольским, А. М. Сачковим, О. М. Черп обґрунтовано більше 20 методів знешкодження та утилізації ТПВ, кожний з яких має 5-10 (деякі до 50) різновидів технологій, технологічних схем, типів споруд [4, 5]. За кінцевою метою методи знешкодження й переробки ТПВ поділяються на ліквідаційні (розв'язують в основному санітарно-гігієнічні завдання) та утилізаційні (ще й економічні проблеми – використання вторинних ресурсів). Аналіз робіт Н.Ф. Абрамова, В.А. Безбородова., О.Г. Васенкова, І.І. Дяченко, Ф.В. Мікушина, В.Г. Сергєєвої, Є.С. Северової, Ю.М. Трухіна, Л.Г. Федорова, присвячених проблемам поводження в сфері відходів [6-10], показав необхідність розгляду всіх елементів системи – соціальних, технологічних, екологічних та інших, що входять у сферу обігу ТПВ у сукупності.

**Метою даної роботи** є підвищення функціонування системи поводження з ТПВ першочерговим шляхом моделювання й прогнозування системи накопичення, поводження з твердими побутовими відходами, а також зменшення навантаження на навколишнє природне середовище, визначення морфологічного складу твердих побутових відходів та вилучення вторинних ресурсів з них.

Для досягнення поставленої мети в роботі сформульовані такі задачі дослідження:

1. Провести аналіз основних проблем надання послуг функціонування системи поводження з твердих побутових відходів (збирання відходів).
2. Дослідити процес накопичення твердих побутових відходів (кількість, структура тощо) з врахуванням екологічних чинників та спрогнозувати утворення твердих побутових відходів за морфологічними властивостями на території міста.
3. Удосконалити методіку оцінки морфологічного складу твердих побутових відходів та їх параметрів.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводились у відповідності з Методичними рекомендаціями з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів [11, 12]. За

час дії даної методики змінився морфологічний склад відходів, в основному за рахунок пластикових пляшок, тари; змінилась система збирання відходів за рахунок скорочення безконтейнерного методу збору ТПВ; розширився перелік об'єктів утворення ТПВ. Дані про морфологічний склад ТПВ характеризують вміст та потенційні обсяги відбору і використання сировинно-цінних компонентів ТПВ, а тому є базою для вторинного використання відходів.

Дослідження проводились аналітичними методами, а також шляхом тестових натурних замірів. При аналітичних методах досліджень проводились розрахунки та аналіз звітних даних із різних джерел про чисельність мешканців та обсяги утворення відходів. Натурні заміри та дослідження проводились безпосередньо на об'єктах утворення побутових відходів в місцях встановлення сміттєзбірних контейнерів. Дослідженнями були охоплені всі 12 адміністративних районів міста Житомир, які передбачали встановлення фактичних обсягів накопичення ТПВ на об'єктах їх утворення (житлових багатоквартирних та індивідуальних будинках; організаціях, установах, підприємствах невиробничої сфери, соціально-побутового призначення). По кожному із показників визначали його фактичне значення в точках відбору проб та досліджували динаміку їх зміни при кліматичних умовах, рівню благоустрою населення та сезонних змінах [12].

Для визначення морфологічних властивостей ТПВ регіону дослідження на території міста було відібрано 12 майданчиків з сміттєвими контейнерами, які були взяті під спостереження, щоб уникнути несанкціонованого вилучення відходів, придатних до подальшої утилізації, для вивчення фракційного складу відходів. Під час аналізу проб відходів, головним чином, визначали морфологічні властивості та щільність наповнення контейнерів за загальноприйнятими методами аналізу властивостей твердих побутових відходів [8, 9, 12].

Натурні експерименти за визначенням морфологічного складу ТПВ на місцях первинного накопичення були проведені на 12 майданчиках для збору ТПВ, обслуговуючих в цілому більше 14000 чол. Дослідження були проведені в 4 сезони 2009, 2013 та 2015 років (таблиця): у зимовий, весняний, літній, осінній періоди. В умовах м. Житомира дослідження морфологічного складу відходів проводились безпосередньо на об'єктах їх первісного накопичення (на об'єктах утворення): житлові будинки багатоквартирні: з сміттєпроводами, без сміттєпроводів; житлові будинки індивідуальної забудови (приватний сектор); адміністративні та громадські установи, заклади освіти, соцкультпобуту тощо (адміністративні ТПВ); заклади торгівлі: супермаркети, промтоварні крамниці, ринки (комерційні ТПВ). При цьому за результатами попереднього аналізу та візуального огляду і спостережень виділялись типові об'єкти утворення ТПВ, які є найбільш характерними для даного виду об'єктів за обсягами та складом утворюваних ТПВ, а в якості проб для досліджень приймалися порції відходів, що накопичені в окремих сміттєзбірних контейнерах (місткістю 0,75 м<sup>3</sup>). Відходи з цих дослідних контейнерів вручну розбирались на морфологічні складові, які почергово зважувались і висипались назад в контейнери. Проби вибирались не менше, як в трикратній повторності, з подальшим статистичним обробленням отриманих даних.

Таблиця  
Результати дослідження морфологічних властивостей відходів міста за роками, %

Рік/Назва	2009	2013	2015
Харчові відходи	32,65	32,78	32,50
Макулатура	19,18	20,05	16,43
Деревина, листя	9,5	8,75	8,35
Полімери	17,88	19,28	21,98
Текстиль	0,1	0,10	0,24
Склотара, склобій	7,2	7,00	7,64
Каміння, кераміка	11,3	10,50	10,00
Шкіра, кістки	0,4	0,33	0,47
Метал	1,8	1,23	2,40

Основною метою досліджень морфологічного складу ТПВ, що утворюються у м. Житомирі, є отримання даних про вміст у цих відходах сировинно-цінних компонентів, а тому дослі-

дження проводились за наступною номенклатурою морфологічних складових: органічні – до них відносились харчові відходи, опале листя, скошена трава; макулатура – папір та картон, включаючи упаковку; пластмаса – всі полімери високої і низької щільності, тобто пластик, пластмаса, целюфан тощо; метал – всі кольорові і чорні метали; текстиль – всі текстильні вироби, включаючи штучні; скло – всі вироби, що складаються повністю з скла; будівельні – відходи після ремонту, знесення житлових будівель, за винятком пластмаси, скло, метал, макулатуру; біологічні – трупи і частини тіл домашніх тварин; небезпечні – відходи, що містять токсичні речовини, такі як ртутні лампи, термометри тощо; гума – гумові вироби; зміт вуличний – відходи, що утворилися при збиранні полотна дороги та публічних місць; дерево – дерев'яні вироби, які втратили свої споживчі властивості.

Оскільки склад ТПВ є дуже різномірним і залежить від багатьох пов'язаних між собою або незалежних кореляційних факторів, а разові випадкові заміри цього складу характеризує велика розбіжність даних, то надзвичайно важливим є використання науково обґрунтованих методик досліджень морфологічного складу ТПВ і статистичного опрацювання отриманих даних для отримання вивірених даних та адекватних і співставних результатів. Основними вимогами при цьому є відбір представницьких проб, які забезпечать отримання достовірних первинних даних, що будуть репрезентативними для досліджуваного масиву, а також статистичне оброблення та аналіз цих даних з визначенням середньостатистичних величин, показників точності і вірогідних інтервалів середніх значень вимірюваних величин.

Основні недоліки існуючої організації управління відходами: об'єм відходів, які підлягають вивезенню, визначаються на підставі теоретичних норм утворення відходів, які призводять до завищення коштів на вивезення; оскільки оплата послуг з вивезення ТПВ здійснюється в об'ємному відношенні, найчастіше сміттєвози їздять напівпорожні, що знижує якість санітарного очищення і збільшує вартість; відсутність централізованого контролю за процесом вивезення ТПВ в містах сприяє зростанню чисельності несанкціонованих сміттєзвалищ, що веде до здорожчання підтримки необхідних санітарно-екологічних норм проживання в місті. На підставі проведеного загального аналізу системи поводження з ТПВ зробили висновок про те, що актуальність розробки систем поводження з відходами зростає з плином часу, незважаючи на величезну кількість досліджень, присвячених цій проблемі.

Згідно з сучасною системою поводження з ТПВ у м. Житомирі сміттєвози регулярно вивозять ТПВ з приватних підприємств та КАТП-0628 на міське санкціоноване звалище. Роздільний збір сміття не проводиться. Проте деякі жителі здійснюють з контейнерів відбір вторинної сировини, яку можна продати. Жодних даних про кількість такої сировини не існує. Слід зазначити, що для більш достовірного визначення морфологічного складу ТПВ дослідної роботи слід проводити в усі пори року, не рідше ніж один раз на 3 роки, перешкоджаючи доступу до контейнерів сторонніх осіб (для виключення вилучення з них вторинної сировини).

Морфологічний склад сучасних ТПВ значно відрізняється від того, що був кілька десятиліть тому. Широке використання пакувальних матеріалів і напівфабрикатів у повсякденному житті більшості жителів призвело до одночасного зростання вмісту паперу й полімерів. Зміна структури споживання товарів спостерігали не тільки розглядаючи різні часові періоди, але і переходячи від одного мікрорайону до іншого. Незважаючи на загальні тенденції зміни морфологічного складу твердих побутових відходів, показники вмісту окремих компонентів для різних районів міста відрізнялися в кілька разів і навіть десятки разів. Визначними при цьому опинились такі фактори, як кліматичні умови, рівень життя населення і рівень розвитку ринку вторинної сировини. Крім того, морфологічний склад твердих побутових відходів також залежить від джерела їх утворення. Морфологічний склад ТПВ значно змінюється не тільки з часом, але і залежить від того, на якій конкретній території він збирається (регіон, місто, сільська місцевість тощо). Тобто можемо прогнозувати утворення відходів за морфологічними властивостями на пару років вперед.

Для побудови моделі використано статистичні дані сезонних та річних змін кожного компоненту відходів на сміттєзвалищі м. Житомира, які б характеризували процеси збільшення чи зменшення кількості утворених твердих побутових відходів даного міста. Такими показниками є зміни морфологічного складу ТПВ протягом року.

Отримані експериментальні дані та виявлені їх особливості узагальнені у вигляді лінійних та нелінійних статистичних математичних моделей процесів змін кількісного морфологіч-

ного складу ТПВ. Ці моделі є базою для прогнозування процесів збільшення чи зменшення кількості утворених твердих побутових відходів м. Житомира, розробки та впровадження практичних заходів, направлених на мінімізацію впливу полігонів ТПВ на довкілля.

Метод статистичного моделювання змін кількісного морфологічного складу ТПВ по середнім значенням за досліджувані роки для більшості основних компонентів відходів полягав у виборі типу апроксимуючої кривої так, щоб апроксимуюча крива найбільш відповідала багаторічним експериментальним даним. Для дослідження змін кількості харчових відходів, макулатури, деревини та листя, полімерів, текстилю, склотари та склобою, каміння та кераміки, шкіри та кісток, металу виконано апроксимацію їх кількості поліномом 2-го ступеня та визначенні коефіцієнтів поліному, що апроксимує експериментальні дані.

Результати показують, що поліном 2-го ступеня досить добре відображає динаміку зміни кількості даних показників протягом 2009-2015 років. На рисунку показано результати математичного моделювання та апроксимації динаміки змін вище вказаних показників. Функція (1) описує загальну поведінку зміни показників, що виконано апроксимацію їх кількості поліномом 2-го ступеня.

$$C_x = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \times N_r^i, \quad (1)$$

де  $C_x$  – кількість компонентів відходів;  $a_0$  – коефіцієнти поліному;  $n$  – ступінь поліному;  $N_r^i$  – номер року.

За результатами досліджень та математичного моделювання встановлено, що поліном 2-го ступеня забезпечує апроксимацію змін кількості харчових відходів, макулатури, деревини та листя, полімерів, текстилю, склотари та склобою, каміння та кераміки, шкіри та кісток, металу (рис., а-л). Такі апроксимації мають вигляд квадратичних парабол.

Усі математичні моделі та отримані результати апроксимації добре відображають динаміку та тенденції змін гідрохімічних показників фільтрату від звалища ТПВ м. Житомира (Україна) протягом 2009-2016 років. Моделювання процесів, що характеризують тенденцію зміни морфологічного складу протягом досліджуваного періоду, встановлення закономірностей зміни якості та кількості відходів дозволяє зробити прогнози щодо подальшого використання місцевого полігону ТПВ та оцінити його вплив на довкілля. Також проведені дослідження дають можливість своєчасно розробляти та впроваджувати заходи, які спрямовані на мінімізацію шкідливого впливу полігону ТПВ на довкілля.

Аналіз результатів дослідження морфологічного складу ТПВ на об'єктах їх утворення в м. Житомирі свідчить про наступне.

У м. Житомирі існує розгалужена система заготівельних пунктів вторинної сировини. Основні види вторинної сировини, в тому числі відібраної із ТПВ: макулатура (картон, папір), скло (склотара, склобій), ПТЕФ пляшки, деякі види полімерної плівки, метали (чорні та кольорові), текстиль приймаються на різноманітних пунктах без обмежень обсягів.

Вторинну сировину збирають і здають заготівельникам підприємства, організації, установи, мешканці міста, двірники, тимчасово безробітні громадяни і інші. Вторинна сировина відбирається із ТПВ на всіх етапах поводження з ними: при утворенні ТПВ (в житлових помешканнях, адміністративних приміщеннях, офісах, конторах, крамницях, ринках, універмагах, мегамаркетах, торговельних центрах, тощо), при первісному накопиченні ТПВ у сміттєзбірні контейнери на прибудинкових територіях, при збиранні та вивезенні ТПВ сміттєвизвозним транспортом, на полігонах для захоронення ТПВ (остаточного розміщення).

Середньозважений вміст макулатури у змішаних міських ТПВ, які вивозяться з об'єктів утворення ТПВ на звалище, складає 13%, полімерів – 9%, металів – 1%, скла – 13%. Загальний вміст сировино-цінних компонентів становить 42%. Вміст вторсировини в ТПВ, які остаточно розміщуються на полігонах, є дещо меншим, оскільки вона відбирається також і на полігонах, безпосередньо на робочій карті. Компоненти вторинної сировини, які потрапляють на полігон у складі змішаних міських ТПВ, є вологими і забрудненими, тому вони відбираються лише частково, а частково захоронюють разом з іншими компонентами ТПВ, і тому втрачаються, як вторинна сировина, перетворюючись на небезпечні забруднювачі природного середовища, особливо полімери.

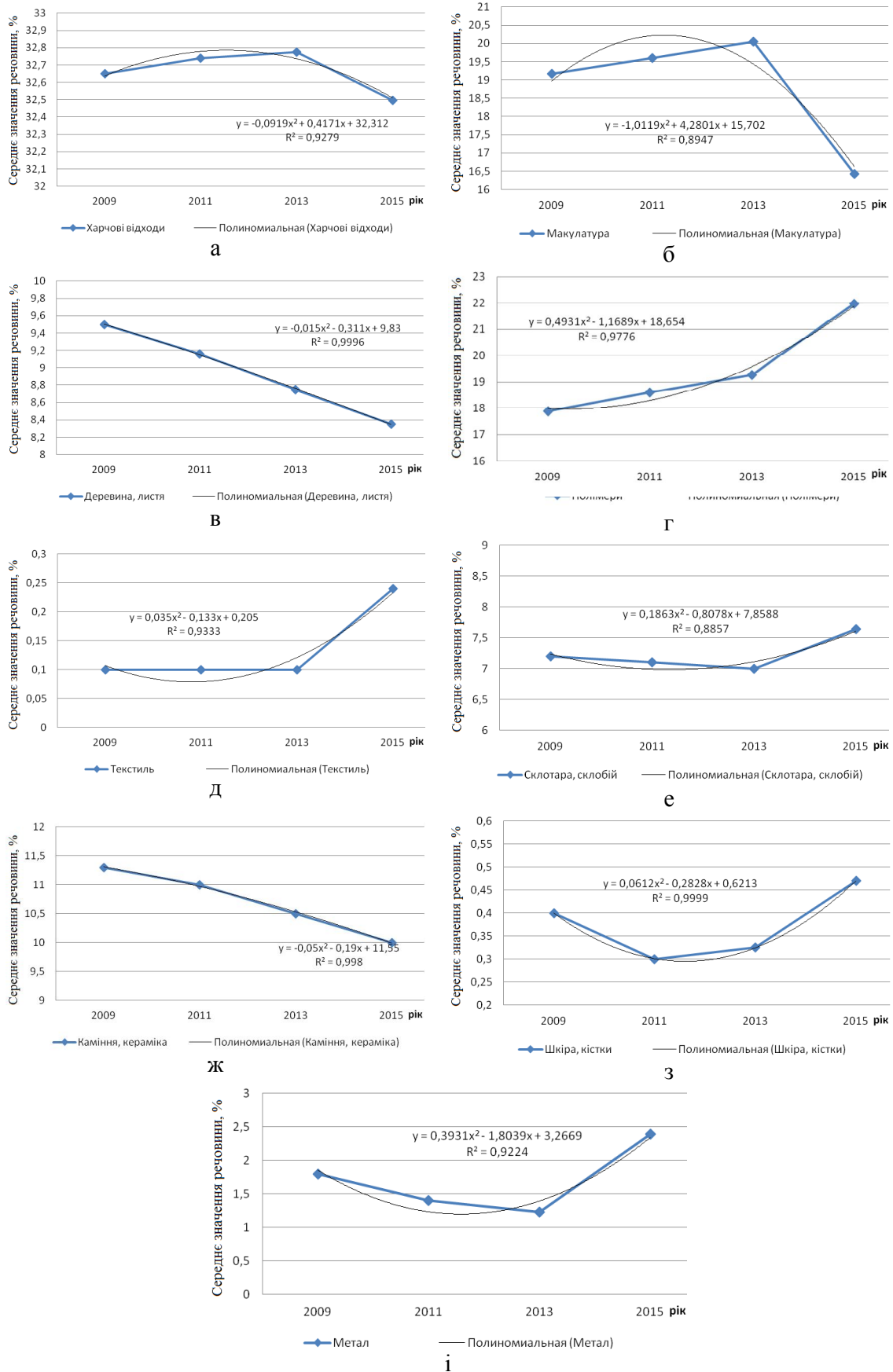


Рисунок – Результати математичного моделювання динаміки змін речовин: ■ – дані експериментальних досліджень; суцільна лінія – результати апроксимації

**Висновки**

Змішані ТПВ, які зараз вивозяться на полігони із м. Житомирі, містять 40% органічних компонентів, здатних до біологічного розкладання. Це харчові відходи та рослинні рештки. Такі відходи дуже погано піддаються ручному сортуванню на сміттесортувальних лініях, і їх потрібно переробляти механізованими методами. Технологія може включати відділення, наприклад, на барабанному чи клавішному сепараторі відсіву, який включає змет та дрібну органічну фракцію, з подальшим його компостуванням. Решта ТПВ піддається частковому ручному сортуванню з подальшим механічним розділенням несортованого залишку.

Аналіз результатів досліджень морфологічного складу побутових відходів показав наступне: не дивлячись на те, що частина вторинної сировини здається населенням у заготівельні приймальні пункти, а також відбирається стихійними заготівельниками із контейнерів, у змішаних побутових відходах від житлового сектору (багатоквартирної забудови) все ще багато вторинної сировини (картону, паперу, полімерів, металу, скла, шкіри, гуми, текстилю, дерева) (понад 37%). До 42% складають органічні компоненти (харчові та садові відходи) і до 21% становить залишок.

**Перелік використаних джерел:**

1. Проектування. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування: ДБН В.2.4-2-2005. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держбуд України, Мінприроди України, 2005. – 40 с. – Режим доступу: <http://www.stroynote.com.ua/construction-regulations/document-395.html>.
2. Кульчицька-Жигайло Л. Стандарти ЄС та чинні в Україні норми і правила проектування та експлуатації полігонів твердих побутових відходів / Л. Кульчицька-Жигайло // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції: «Полігони твердих побутових відходів: проектування та експлуатація, вимоги Європейського Союзу, Кіотський протокол» (пмт. Славське, 16-18 квітня 2008р.) / Ін-т геології і геохімії горючих копалин НАН України, Ін-т нафти і газу. – Л. : Тріада плюс, 2008. – 288 с. – С. 145-155.
3. Лотоцький О.Б. Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні – шляхи до стабільного майбутнього / О.Б. Лотоцький, Й. Бістром // Сборник докладов международного конгресса «ЭТЕВК-2005» (Ялта, 24-27 мая 2005 г.) / Государственный комитет Украины з питань житлово-комунального господарства, Національна академія наук України. – К. : ВПЦ «Три крапки», 2005. – С. 47-51.
4. Gworek B. Impact of the Municipal Solid Waste Lubna Landfill on Environmental Pollution by Heavy Metals / Barbara Gworek, Wojciech Dmuchowski, Eugeniusz Koda and etc. // Water. – 2016. – Vol. 8. – Pp. 1-16. doi:10.3390/w8100470.
5. Deepika S. Parametric Analysis of Leachate and Water Resources around Municipal Solid Waste Landfill area in Solan / Deepika Sharma, Rajiv Ganguly // MATEC Web of Conferences (4th International Conference on Advancements in Engineering & Technology (ICAET-2016)). – 2016. – Vol. 57. – Pp. 1-4. – Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20165703011>.
6. Nigro A. Hydrogeochemical characterization of Municipal Solid Waste landfill / A. Nigro, M. Barbieri, G. Sappa // Rendiconti online della societa geologica italiana. – 2015. – Vol. 35. – Pp. 304-306. Режим доступу: <http://dx.doi: 10.3301/rol.2015.126>.
7. Socorro Maria de. An attempt to perform water balance in a Brazilian municipal solid waste landfill / Maria do Socorro, Costa São Mateus, Sandro Lemos Machado, Maria Cláudia Barbosac // Waste Management. – 2012. – Vol. 32, Issue 3. – Pp. 471-481. doi: 10.1016/j.wasman.2011.11.009.
8. Long D.N. Water reclamation and nitrogen extraction from municipal solid waste landfill leachate / Long D. Nghiem, Faisal I. Hai, Andrzej Listowski // Desalination and Water Treatment. – 2016. – Vol. 57, Issue 60. – Pp. 29220-29227. Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.1080/19443994.2016.1169949>.
9. Seung-Kyu C. The Effect of Leachate and Organic Waste Water Injection on Decomposition Characteristics of Landfill Waste / Seung-Kyu Chun, Nack-Joo Kim // Journal of Korea Society of Waste Management. – 2012. – Vol. 29, No. 8. – Pp. 697-704. Режим доступу: <https://doi.org/10.9786/kswm.2012.29.8.697>.
10. Melnyka A. Chemical pollution and toxicity of water samples from stream receiving leachate from

controlled municipal solid waste (MSW) landfill / A. Melnyka, K. Kuklińska, L. Wolska, J. Namieśnika // *Environmental Research*. – 2014. – Vol. 135. – P. 253-261. Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.09.010>.

11. Методика розроблення оцінки впливу на навколишнє природне середовище для об'єктів поводження з твердими побутовими відходами : Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10 січня 2006 року. – К. : Держбуд України, 2006. – № 8. – 21 с. – Режим доступу: <http://ua-info.biz/legal/basert/ua-dmpwje.htm>.
12. Ільченко А.В. Визначення зміни кислотності ґрунтів стихійних звалищ передмістя Житомира / А.В. Ільченко, І.Г. Коцюба // *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки*. – 2016. – №. 4 (47). – С. 252-257.

#### References:

1. *DBN V.2.4-2-2005. Proektuvannia. Poligoni tverdikh pobutovikh vidkhodiv. Osnovni polozhennia proektuvannia* [State standart V.2.4-2-2005. Designing. Solid waste. The main provisions of the design]. Kiev, Ukraine, 2005. 40 p. Available at: <http://www.stroynote.com.ua/construction-regulations/document-395.html>. (Ukr.)
2. Kulchytska-Zhyhailo L. Standarti ES ta chinni v Ukraïni normi i pravila proektuvannia ta ekspluatatsii poligoniv tverdikh pobutovikh vidkhodiv. *Anotatsii dopovidei Mizhn. nauk.- techn. konf. «Polihony tverdykh pobutovykh vidkhodiv: proektuvannia ta ekspluatatsiia, vymohy Yevropeiskoho Soiuzu, Kiotskyi protokol»* [The EU and Ukraine in the current rules and regulations for design and operation of solid waste. Abstracts of Int. Sci.-Tech. Conf. «Landfill: design and operation requirements of the European Union, the Kyoto Protocol»]. Slavskoe, 2008, pp. 145-155. (Ukr.)
3. Lototskyi O.B., Bistrom Y. Natsional'na strategiia povodzhennia z tverdymi pobutovimi vidkhodami v Ukraïni – shliakhi do stabil'nogo maibutn'ogo. *Anotatsii dopovidei Mizhn. kongressa «ETE VK-2005»* [National strategy of solid waste management in Ukraine – way to sustainable future. Abstracts of Int. Congress. «ETE VK 2005»]. Yalta, 2005), pp. 47-51. (Ukr.)
4. Gworek B., Dmuchowski W., Koda E., Marecka M., Baczewska A.H., Bragoszewska P., Sieczka A., Osinski P. Impact of the Municipal Solid Waste Łubna Landfill on Environmental Pollution by Heavy Metals. *Water*, 2016, vol. 8., pp. 1-16. doi:10.3390/w8100470.
5. Sharma D., Ganguly R. (2016). Parametric Analysis of Leachate and Water Resources around Municipal Solid Waste Landfill area in Solan. Abstracts of MATEC Web of Conferences (4th International Conference on Advancements in Engineering & Technology (ICAET-2016)), vol. 57, pp. 1-4. Available at: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20165703011>.
6. Angela N., Barbieri M., Sappa G. Hydrogeochemical characterization of Municipal Solid Waste landfill. *Rendiconti online della societa geologica italiana*, 2015, vol. 35, pp. 304-306. Available at: <http://dx.doi.org/10.3301/rol.2015.126>.
7. Socorro M., Mateus C.S., Machado L.S., Barbosac M.C. An attempt to perform water balance in a Brazilian municipal solid waste landfill. *Waste Management*, 2012, vol. 32, issue 3, pp. 471-481. doi: 10.1016/j.wasman.2011.11.009.
8. Nghiem L.D., Faisal I.H., Listowski A. Water reclamation and nitrogen extraction from municipal solid waste landfill leachate. *Desalination and Water Treatment*, 2016, vol. 57, iss. 60, pp. 29220-29227. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/19443994.2016.1169949>.
9. Chun S.-K., Kim N.-J. The Effect of Leachate and Organic Waste Water Injection on Decomposition Characteristics of Landfill Waste. *Journal of Korea Society of Waste Management*, 2012, vol. 29, no.8, pp. 697-704. Available at: <https://doi.org/10.9786/kswm.2012.29.8.697>.
10. Melnyka A., Kuklińska K., Wolska L., Namieśnika J. Chemical pollution and toxicity of water samples from stream receiving leachate from controlled municipal solid waste (MSW) landfill. *Environmental Research*, 2014, vol. 135, pp. 253-261. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.09.010>.
11. Методика розроблення оцінки впливу на навколишнє природне середовище для об'єктів поводження з твердими побутовими відходами : Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10 січня 2006 року [State order. Method of development impact assessment on the environment for objects of solid waste]. Kyiv, 2006. 21 p. Available at: <http://ua-info.biz/legal/basert/ua-dmpwje.htm>. (Ukr.)



12. Ilchenko A.V., Kotsiuba I.G. Vyznachennia zmini kislотноsti rruntiv stikhiinikh zvalishch peredmistia Zhytomira [Determination of change of acidity of soils of elemental dumps of suburb of Zhytomir]. *Visnik Zhytomir'skogo derzhavnogo tekhnologichnogo universitetu. Serii: Tekhnichni nauki – The Journal of Zhytomir State Technological University. Series: Engineering*, 2016, no. 4 (47), pp. 252-257. (Ukr.)

Рецензент: Ю.О. Подчашинський  
д-р екон. наук, проф., ЖДТУ

Стаття надійшла 24.10.2016