

УДК 628.4.03

**Ihor V. Satin**<sup>1,2</sup>, PhD, Associate Professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Acting deputy director, Scientific, Research, Design and Technology Institute of Municipal Economy, State Enterprise  
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2028-9791> **e-mail:** [satin@nikti.org.ua](mailto:satin@nikti.org.ua)

**Serhii V. Khytruk**<sup>2</sup>, Research Fellow  
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8536-6874> **e-mail:** [hytruk@nikti.org.ua](mailto:hytruk@nikti.org.ua)

**Olena S. Panchenko**<sup>2</sup>, Head of the Laboratory  
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3680-7036> **e-mail:** [panchenko@nikti.org.ua](mailto:panchenko@nikti.org.ua)

<sup>1</sup> Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Scientific, Research, Design and Technology Institute of Municipal Economy, State Enterprise, Kyiv, Ukraine

## **DETERMINATION OF THE NORMS FOR THE TRANSPORTATION OF HOUSEHOLD WASTE FOR HIRSKA AMALGAMATED TERRITORIAL COMMUNITY SETTLEMENTS**

***Abstract.** Solving the problem of household waste management is based on determining the amount of waste generated. It is important to conduct research for both urban and rural settlements with different degrees of coverage of the population by a centralized system of collection and removal of household waste in order to obtain more reliable results.*

*The purpose of the work is to improve methodological approaches to determining the norms of providing services for the transportation of household waste in populated areas.*

*Analysis of literature data shows that there is no valid data on field measurements and their results, and there are no consistent forms of presentation of the obtained results. This makes it impossible to compare them and carry out a deeper analysis to identify the dependence of the calculated accumulation rates on the population and the level of coverage by the centralized collection system and transportation of household waste in cities, territorial communities and villages.*

*This article presents field studies performed to determine the volume of household waste generation from the sources of its generation. On-site measurements were carried out on the territory of the Hirska Amalgamated Territorial Community.*

**Key words:** *municipal household waste; mixed household waste; service provision norms; formation norms*

---

© I.B. Сатін, С.В. Хитрук, О.С. Панченко, 2022

І.В. Сатін<sup>1,2</sup>, С.В. Хитрук<sup>2</sup>, О.С. Панченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

<sup>2</sup> Державне підприємство «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства», м. Київ, Україна

## **ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ НАДАННЯ ПОСЛУГ З ВИВЕЗЕННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ГІРСЬКОЇ СІЛЬСЬКОЇ ОБ'ЄДНАНОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ**

***Анотація.** Вирішення проблеми управління побутовими відходами базується на визначенні кількості їх утворення. Причому важливо проводити дослідження як для міських, так і для сільських населених пунктів з різним ступенем охоплення населення централізованою системою збирання та вивезення побутових відходів для отримання більш достовірних результатів. Метою роботи є удосконалення методологічних підходів до визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів у населених пунктах.*

*Із аналізу літературних даних встановлено, що відсутні достовірні дані про проведені натурні заміри та їх результати, відсутні єдині форми подання отриманих результатів, що унеможлиблює їх порівняння та проведення глибшого аналізу із виявлення залежності розрахованих норм накопичення до кількості населення та рівня охоплення централізованою системою збирання та вивезення побутових відходів у містах, територіальних громадах та селах.*

*У представленій роботі виконані натурні дослідження з визначення обсягів утворення побутових відходів від джерел їх утворення. Проведення натурних замірів відбувались на території Гірської сільської об'єднаної територіальної громади.*

***Ключові слова:** побутові відходи; змішані побутові відходи; норми надання послуг; норми утворення*

**DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.4.80-90>**

### **Вступ**

**Постановка завдання.** Однією з причин екологічно небезпечної ситуації, яка склалась в Україні в сфері управління відходами, є неефективність систем збирання та транспортування побутових відходів від місць утворення до об'єктів перероблення, відновлення або видалення відходів. Техніко-економічні показники системи збирання та транспортування побутових відходів залежать від обсягів утворення побутових відходів. Відомо, що основними джерелами утворення побутових відходів в населених пунктах є житлові будинки домогосподарств та підприємства, організації, установи.

Проектування схеми системи збирання та транспортування побутових відходів та визначення її потужності залежать від обсягів утворення відходів, обраної технології відновлення та виділення відходів, природно-кліматичних умов в регіоні, особливостей рельєфу місцевості, перспективи забудови території, прогнозованої зміни чисельності населення, морфологічного складу та фізико-хімічних властивостей побутових відходів.

Прогнозування обсягів утворення побутових відходів з урахуванням соціально-демографічних, містобудівних, економічних чинників стає можливим при визначенні норми надання послуг з вивезення побутових відходів.

Норми надання послуг з вивезення побутових відходів – це кількісний показник споживання послуг з вивезення побутових відходів, які утворюються на одну розрахункову одиницю за певний час (наприклад, добу, місяць або рік) [1].

Визначення норм дозволяє використовувати отримані значення при розрахунках техніко-економічних параметрів систем збирання та перевезення побутових відходів при розробці Схем санітарного очищення та прибирання населених пунктів, плануванні господарської діяльності, розробці регіональних та місцевих планів управління відходами або при проектуванні нових ділянок забудови населених пунктів.

Робота виконується в рамках реалізації Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України № 820-р від 8 листопада 2017 року та з урахуванням вимог постанови Кабінету Міністрів України № 1070 від 10.12.2008 «Про затвердження Правил надання послуг з вивезення побутових відходів».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Науковий та практичний досвід авторів робіт [2–5] засвідчує суттєвий вплив різних факторів на обсяги утворення побутових відходів. Так, в роботі [2] показано, що найбільший вплив на утворення побутових відходів в м. Житомир мають доходи населення. В статті зазначається, що розвиток промислових виробництв та зростання рівня добробуту громадян напряму впливають на обсяги утворення ТПВ. В той же час, автори при прогнозуванні обсягів утворення використовують прогнозні показники чисельності населення [2].

Вплив на збільшення норми утворення побутових відходів під дією змін у споживанні та соціально-економічного розвитку відображено в роботі [4]. Автори роботи використовують норму надання послуг з вивезення побутових відходів як вихідну інформацію для дослідження регіональних особливостей захоронення побутових відходів.

Також, визначення норми утворення та використання при подальших прогнозних розрахунках обсягів утворення побутових відходів зазначено в роботах [4–14].

Таким чином, визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів дозволить забезпечити ефективне прогнозування обсягів утворення побутових відходів в населеному пункті та розрахувати техніко-економічні показники системи збирання та транспортування побутових відходів.

**Мета дослідження.** Визначення кількісних показників утворення побутових відходів від житлових будинків багатоквартирних та одноквартирних (з наявністю усіх видів благоустрою), житлових будинків індивідуальної забудови (будинків приватного сектору), підприємств, установ та організацій на прикладі населених пунктів Гірської сільської територіальної громади.

## Результати дослідження

Визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів розроблялись згідно з вимогами Правил визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів, затверджених наказом Мінжитлокомунгоспу України № 259 від 30.07.2010 [1].

Для розрахунку норм визначають фактичну кількість побутових відходів за джерелами їх утворення на основі натурних замірів протягом 7 днів.

Середньорічні розрахунки включають використання коефіцієнтів сезонної нерівномірності утворення твердих побутових відходів (за об'ємом).

Тверді побутові відходи у Гірській сільській об'єднаній територіальній громаді збираються, переважно, в контейнери місткістю 0,75 м<sup>3</sup>, 1,1 м<sup>3</sup>, які розміщені в місті на контейнерних майданчиках, або безпосередньо в сміттєвоз, коли він рухається за маршрутом.

Для населених пунктів Гірської сільської об'єднаної територіальної громади відповідно до вимог [1] прийнято, що вимірювання кількості ТПВ для житлових будинків проводять на частині території житлової забудови населеного пункту, де проживають 2% від загальної чисельності мешканців.

Для проведення досліджень були обрані три контейнерні майданчики багатоквартирних будинків з населенням 589 чол., сім вулиць з населенням 530 чол. в одноквартирних будинках та будинках індивідуальної забудови, з присадибною ділянкою.

Під час вимірювання кількості твердих побутових відходів, що утворюються на підприємствах, установах, організаціях, обирають найбільш характерні для даного населеного пункту джерела у кількості не менше двох.

Для проведення замірів і досліджень були прийняті наступні види джерел утворення ТПВ:

- Житлові будинки багатоквартирні та одноквартирні упорядковані (з наявністю усіх видів благоустрою);
- Житлові будинки індивідуальної забудови (будинки приватного сектору), з присадибною ділянкою;
- Готелі;
- Гуртожитки;
- Загальноосвітні школи;
- Дошкільні дитячі заклади;
- Склади;
- Адміністративні та громадські установи і організації;
- Заклади культури і мистецтва;
- Промтоварні магазини, ларьки, кіоски;
- Продовольчі магазини, ларьки, кіоски;
- Аптеки;
- Ринки;
- Заклади громадського харчування (ресторани, кафе, їдальні та ін.);
- Підприємства побутового обслуговування;
- Поліклініки;
- Кладовища, колумбарії.

В період з 08.08 по 14.08.2022 р. проведені натурні дослідження на території Гірської сільської об'єднаної територіальної громади.

На обраних джерелах утворення побутових відходів у визначені терміни в місцях розміщення сміттєзбірних контейнерів здійснювались щоденні (впродовж не менш семи днів поспіль) спостереження та заміри кількості відходів за об'ємом та масою.

Для вимірювання кількості твердих побутових відходів використовували наступне обладнання:

- а) рулетка;
- б) динамометр ДПУ-5-2 5 на 500 кг, похибка зважування  $\pm 2\%$ .

Вимірювання кількості твердих побутових відходів розпочинали з вибору маршрутів спеціального автотранспорту, що здійснює збирання та перевезення твердих побутових відходів (сміттєвоз), для кожного з обраних джерел, а також кількості розрахункових одиниць для кожного маршруту.

Під час проведення вимірювання кількості твердих побутових відходів фіксували:

- кількість контейнерів, од.;
- об'єм кожного контейнера, куб. м;
- ступінь заповнення контейнерів твердими побутовими відходами;
- масу контейнера порожнього та заповненого твердими побутовими відходами або масу порожнього та заповненого твердими побутовими відходами сміттєвоза, т.

Перед початком вимірювання усі контейнери були очищені від твердих побутових відходів.

Під час вимірювання була виключена можливість ущільнення обслуговуючим персоналом твердих побутових відходів у контейнері.

Під час проведення вимірювання кількості твердих побутових відходів поверхня твердих побутових відходів, що знаходилися в контейнері, розрівнювалась та визначалась ступінь його заповнення. Об'єм твердих побутових відходів дорівнював об'єму наповненої відходами частини контейнера.

Якщо контейнер був наповнений з верхом, надлишок ТПВ знімали, перевантажували у незаповнений контейнер, або, у разі його відсутності, завантажували у той самий контейнер після його спорожнення, після чого проводили вимірювання.

Після відповідної систематизації дані заносились у спеціальні табличні форми первинних даних. Після чого ці первинні дані опрацьовувалися за стандартними методиками статистичного опрацювання та аналізу експериментальних даних наукових досліджень із визначенням середньостатистичних величин, середніх значень досліджуваних величин, їх вірогідних інтервалів тощо.

Результати натурних замірів ТПВ за об'єктами їх утворення наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Норми надання послуг з вивезення побутових відходів у Гірській сільській об'єднаній територіальній громаді

Джерело утворення побутових відходів	Розрахункова одиниця	Кількість розрахункових одиниць	Утворення побутових відходів у середньому на рік на одну розрахункову одиницю		Щільність ТПВ кг/м <sup>3</sup>
			V, м <sup>3</sup>	m, кг	
1. Житлові будинки багатоквартирні та одноквартирні упорядковані (з наявністю усіх видів благоустрою)	1 мешканець	589	2,70	439,66	163

Джерело утворення побутових відходів	Розрахункова одиниця	Кількість розрахункових одиниць	Утворення побутових відходів у середньому на рік на одну розрахункову одиницю		Щільність ТПВ кг/м <sup>3</sup>
			V, м <sup>3</sup>	m, кг	
2. Житлові будинки індивідуальної забудови (будинки приватного сектору), з присадибною ділянкою	1 мешканець	530	3,08	545,7	177
3. Готелі	1 місце	60	1,84	294,1	160
4. Гуртожитки	1 місце	58	2,12	327,7	155
5.1 – загальноосвітні школи	1 учень	1 560	0,22	32,4	146
5.2 – дошкільні дитячі заклади	1 місце	190	1,61	254,7	158
6. Склади	1 м <sup>2</sup> площі	8 550	0,08	15,5	193
7. Адміністративні та громадські установи і організації	1 робоче місце	67	2,30	288	125
8. Заклади культури і мистецтва	1 місце	450	0,51	77,2	150
9. Промтоварні магазини, ларьки, кіоски	1 м <sup>2</sup> торгової площі	1 080	0,22	30,9	142
10. Продовольчі магазини, ларьки, кіоски	1 м <sup>2</sup> торгової площі	550	1,80	274,0	153
11. Аптеки	1 м <sup>2</sup> торгової площі	130	0,59	78,2	133
12. Ринки	1 м <sup>2</sup> торгової площі	1 000	0,36	65,6	184
13. Заклади громадського харчування (ресторани, кафе, їдальні та ін.)	1 місце	250	2,11	381,7	181
14. Підприємства побутового обслуговування	1 робоче місце	14	1,29	215,7	167
15. Поліклініки	1 відвідування	4 000	0,02	2,9	143
16. Кладовища, колумбарії	1 м <sup>2</sup> площі території	67 00	0,06	9,9	155

Для джерел утворення побутових відходів, на яких відходи утворюються щоденно, середньорічна норма (м<sup>3</sup>) за рік розраховується множенням середньодобової норми на 365 (кількість днів року), для підприємств, установ та організацій – 251.

Середня щільність твердих побутових відходів, які утворюються у житлових будинках, а також на підприємствах, установах і організаціях, розраховується за формулою:

$$\rho_{сер.} = \left( \left[ \frac{(\rho_{б.б.} * K_{б.б.} + \rho_{н.с.} * K_{н.с.})}{K_{б.б.} + K_{н.с.}} \right] + \rho_{с.п} \right) * 0,5, \quad (1)$$

де  $\rho_{б.б.}$  – середня арифметична щільність твердих побутових відходів, які утворюються у багатоквартирних житлових будинках, кг/м<sup>3</sup>;

$K_{б.б.}$  – кількість населення у багатоквартирних житлових будинках в межах дослідження, чол.;

$\rho_{н.с.}$  – середня арифметична щільність твердих побутових відходів, які утворюються у житлових будинках приватного сектору, кг/м<sup>3</sup>;

$K_{н.с.}$  – кількість населення у житлових будинках приватного сектору в межах дослідження, чол.;

$\rho_{с.п}$  – середня арифметична щільність твердих побутових відходів, які утворюються на підприємствах, установах і організаціях, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{сер.}$  – середня щільність твердих побутових відходів, які утворюються у житлових будинках, а також на підприємствах, установах і організаціях, кг/м<sup>3</sup>.

Провівши вищезгадані розрахунки, ми отримали, що середня щільність ТПВ на території Гірської сільської об'єднаної територіальної громади складає 163,1 кг/м<sup>3</sup>.

Залежність обсягів утворення побутових відходів від дня тижня наведені на рис. 1 та 2.



Рис. 1. Залежність обсягів утворення побутових відходів від населення багатоквартирного сектору на території Гірської сільської об'єднаної територіальної громади (куб. м)



Рис. 2. Залежність обсягів утворення побутових відходів від населення індивідуальної забудови на території Гірської сільської об'єднаної територіальної громади (куб. м)

На рис. 1 та 2 показано обсяги замірів утворення побутових відходів на досліджуваних об'єктах, а саме житлових будинків багатоквартирних та житлових будинків індивідуальної забудови.

На рис. 1 ми бачимо, що тенденція обсягів утворення побутових відходів з понеділка по п'ятницю є середньо-стабільною та варіюється від 4 до 6,5 м<sup>3</sup> із подальшим спадом у вихідні дні майже до нульового значення.

На рис. 2 ми бачимо, що тенденція обсягів утворення побутових відходів з понеділка по п'ятницю є варіативною, з піковими значеннями у понеділок та четвер до 8 м<sup>3</sup>, середнім обсягом утворення від 3 до 4 м<sup>3</sup> в інші дні та спадом до нульових значень у вихідні дні.

Отримані результати дозволяють спрогнозувати обсяги утворення відходів, що забезпечить краще оптимізування графіків та маршрутів для збирання побутових відходів спеціально обладнаними транспортними засобами.

## Висновки і перспективи подальших досліджень

Проведені натурні заміри та розрахунки норм надання послуг з вивезення твердих побутових відходів для житлових будинків багатоквартирних та одноквартирних (з наявністю усіх видів благоустрою), житлових будинків індивідуальної забудови (будинків приватного сектору), з присадибною ділянкою, готелів, гуртожитків, загальноосвітніх шкіл, дошкільних дитячих закладів, складів, адміністративних та громадських установ і організацій, закладів культури і мистецтва, промтоварних (магазинів, ларьків, кіосків), продовольчих (магазинів, ларьків, кіосків), аптек, ринків, закладів громадського харчування (ресторанів, кафе, їдалень та ін.), підприємств побутового обслуговування, поліклінік, кладовищ, колумбаріїв, серед яких було обрано не менше двох найбільш характерних для населених пунктів Гірської сільської об'єднаної територіальної громади.

Отримані результати досліджень дозволять забезпечити прогнозування обсягів утворення побутових відходів з урахуванням соціально-демографічних, містобудівних, економічних чинників. Норми надання послуг з вивезення побутових відходів будуть закладені в прогнозні розрахунки обсягів робіт з санітарного очищення території населених пунктів Гірської сільської об'єднаної територіальної громади та розрахунки тарифів на надання послуг з поводження з побутовими відходами.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Правил визначення норм надання послуг з вивезення побутових відходів, Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 259 (2021) (Україна). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0871-10#Text>.
2. Коцюба, І. Г., Щербатюк, А. Ф., & Годовська, Т. Б. (2016). Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Механіко-технологічні системи та комплекси*, (7), 95–100. <http://mtsc.khpi.edu.ua/article/view/93183>.
3. Буряк, Н. Б., & Лукаш, С. В. (2012). Проблеми збирання, транспортування та утилізації твердих побутових відходів в Україні. *Науковий вісник НЛТУ України*, (5), 82–90.



4. Приходько, В. Ю. (2019). Дослідження регіональних особливостей захоронення твердих побутових відходів в Україні. *Вісник Харківського національного університету імені ВН Каразіна Серія "Екологія"*, (21), 51–62.
5. Масловський, М. А., & Шанина, Т. П. (б. д.). Неоднорідність умов утворення твердих побутових відходів у Київському районі міста Одеси. У *Галузеві проблеми екологічної безпеки* (с. 112–114).
6. Рябічев, В. Д., & Кіященко, В. В. (2011). Тверді побутові відходи – екологічна загроза міста. У *IV Міжнародна науково-практична конференція "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД"* (с. 171–174). Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.
7. Храмцова, А. М., & Коцюба, І. Г. (2017). Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі. У *Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки* (с. 241–241). ЖДТУ.
8. Huang, L., Cai, T., Zhu, Y., Zhu, Y., Wang, W., & Sun, K. (2020). LSTM-Based forecasting for urban construction waste generation. *Sustainability*, 12(20), 8555. <https://doi.org/10.3390/su12208555>.
9. Soni, U., Roy, A., Verma, A., & Jain, V. (2019). Forecasting municipal solid waste generation using artificial intelligence models – a case study in India. *SN Applied Sciences*, 1(2). <https://doi.org/10.1007/s42452-018-0157-x>.
10. Al-Khatib, I. A., Eleyan, D., & Garfield, J. (2015). A system dynamics model to predict municipal waste generation and management costs in developing areas. *The Journal of Solid Waste Technology and Management*, 41(2), 109–120. <https://doi.org/10.5276/jswtm.2015.109>.
11. Chhay, L., Reyad, M. A. H., Suy, R., Islam, M. R., & Mian, M. M. (2018). Municipal solid waste generation in China: Influencing factor analysis and multi-model forecasting. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20(3), 1761–1770. <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0743-4>
12. Minousepehr, M., Alizadeh, M. R., & Talebbeydokhti, N. (2017). Performance assessment of computational intelligence techniques in solid waste generation forecasting: (A case study). *Civil and Environmental Engineering*, 67–75.
13. Hoang, Minh & Pham Phu, Song Toan & K.T., Nguyen & Fujiwara, Takeshi. (2017). Predicting waste generation using Bayesian model averaging. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 3, 385-402. 10.22034/GJESM.2017.03.04.005.
14. Klavenieks, K., & Blumberga, D. (2016). Forecast of waste generation dynamics in Latvia. *Energy Procedia*, 95, 200–207. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.049>.
15. Moruf, A. A., Oluwasinaayomi, F. K., & Mubarak, O. L. (2020). Public-Private Partnership (PPP) in residential solid waste management in Ibadan: *Challenges and opportunities*. *Journal of Geography and Regional Planning*, 13(1), 30–40. <https://doi.org/10.5897/jgrp2019.0721>.
16. Aparcana, S. (2017). Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low- and middle-income countries: Review of barriers and success factors. *Waste Management*, 61, 593–607. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.028>.
17. Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1060. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>.
18. Sinha, R., Michelsen, J. D., Akcura, E., & Njie, L. (б. д.). *COVID-19's impact on the waste sector*. <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/dfbceda0-847d-4c16-9772-15c6afdc8d85/202006-COVID-19-impact-on-waste-sector.pdf?MOD=AJPERES&CVID=na-eKpI>.
19. Kulkarni, B. N., & Anantharama, V. (2020). Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities. *Science of the Total Environment*, 743, 140693. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140693>.

20. Mol, M. P. G., & Caldas, S. (2020). Can the human coronavirus epidemic also spread through solid waste? *Waste Management & Research*, 38(5), 485–486. <https://doi.org/10.1177/0734242x20918312>
21. Rajmohan, K. V. S., Ramya, C., Raja Viswanathan, M., & Varjani, S. (2019). Plastic pollutants: Effective waste management for pollution control and abatement. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 12, 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2019.08.006>

Стаття надійшла до редакції 22.09.2022 і прийнята до друку після рецензування 05.12.2022

## REFERENCES

1. Pro zatverdzhennja Pravyl vyznachennja norm nadannja poslug z vyvezennja pobutovyh vidhodiv, Nakaz Ministerstva z pytan' zhytlovo-komunal'nogo gospodarstva Ukrai'ny № 259 (2021) (Ukrai'na). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0871-10#Text> [in Ukrainian].
2. Kocjuba, I. G., Shherbatjuk, A. F., & Godovs'ka, T. B. (2016). Prognozuvannja obsjagiv utvorennja tverdyh pobutovyh vidhodiv v misti Zhytomyri. *Visnyk Nacional'nogo tehničnogo universytetu «HPI». Serija: Mehaniko-tehnologichni systemy ta kompleksy*, (7), 95–100. Retrieved from: <http://mtsc.khpi.edu.ua/article/view/93183> [in Ukrainian].
3. Burjak, N. B., & Lukash, S. V. (2012). Problemy zbyrannja, transportuvannja ta utylizacii' tverdyh pobutovyh vidhodiv v Ukrai'ni. *Naukovyj visnyk NLTU Ukrai'ny*, (5), 82–90 [in Ukrainian].
4. Pryhod'ko, V. Ju. (2019). Doslidzhennja regional'nyh osoblyvostej zahoronennja tverdyh pobutovyh vidhodiv v Ukrai'ni. *Visnyk Harkivs'kogo nacional'nogo universytetu imeni VN Karazina Serija "Ekologija"*, (21), 51–62 [in Ukrainian].
5. Maslovs'kyj, M. A., & Shanina, T. P. (b. d.). Neodnoridnist' umov utvorennja tverdyh pobutovyh vidhodiv u Kyi'vs'komu rajoni mista Odesy. U *Galuzevi problemy ekologichnoi' bezpeky* (pp. 112–114) [in Ukrainian].
6. Rjabichev, V. D., & Kijashhenko, V. V. (2011). Tverdi pobutovi vidhody – ekologichna zagroza mista. U *IV Mizhnarodna nauково-praktyčna konferencija "Ekonomichni, ekologichni ta social'ni problemy vugil'nyh regioniv SND"* (pp. 171–174). Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja [in Ukrainian].
7. Hramcova, A. M., & Kocjuba, I. G. (2017). Prognozuvannja obsjagiv utvorennja tverdyh pobutovyh vidhodiv v misti Zhytomyri. U *Tezy Vseukrai'ns'koi' nauково-praktychnoi' on-line konferencii' aspirantiv, molodyh uchenyh ta studentiv, prysvjachenoj' Dnju nauky* (pp. 241–241). ZhDTU [in Ukrainian].
8. Huang, L., Cai, T., Zhu, Y., Zhu, Y., Wang, W., & Sun, K. (2020). LSTM-Based forecasting for urban construction waste generation. *Sustainability*, 12(20), 8555. <https://doi.org/10.3390/su12208555>.
9. Soni, U., Roy, A., Verma, A., & Jain, V. (2019). Forecasting municipal solid waste generation using artificial intelligence models – a case study in India. *SN Applied Sciences*, 1(2). <https://doi.org/10.1007/s42452-018-0157-x>.
10. Al-Khatib, I. A., Eleyan, D., & Garfield, J. (2015). A system dynamics model to predict municipal waste generation and management costs in developing areas. *The Journal of Solid Waste Technology and Management*, 41(2), 109–120. <https://doi.org/10.5276/jswtm.2015.109>.
11. Chhay, L., Reyad, M. A. H., Suy, R., Islam, M. R., & Mian, M. M. (2018). Municipal solid waste generation in China: Influencing factor analysis and multi-model forecasting. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20(3), 1761–1770. <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0743-4>.
12. Minousepehr, M., Alizadeh, M. R., & Talebbeydokhti, N. (2017). Performance assessment of computational intelligence techniques in solid waste generation forecasting: (A case study). *Civil and Environmental Engineering*, 67–75.

13. Hoang, Minh & Pham Phu, Song Toan & K.T., Nguyen & Fujiwara, Takeshi. (2017). Predicting waste generation using Bayesian model averaging. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 3, 385-402. <https://doi.org/10.22034/GJESM.2017.03.04.005>.
14. Klavenieks, K., & Blumberga, D. (2016). Forecast of waste generation dynamics in latvia. *Energy Procedia*, 95, 200–207. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.049>.
15. Moruf, A. A., Oluwasinaayomi, F. K., & Mubarak, O. L. (2020). Public-Private Partnership (PPP) in residential solid waste management in Ibadan: *Challenges and opportunities*. *Journal of Geography and Regional Planning*, 13(1), 30–40. <https://doi.org/10.5897/jgrp2019.0721>.
16. Aparcana, S. (2017). Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low- and middle-income countries: Review of barriers and success factors. *Waste Management*, 61, 593–607. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.028>.
17. Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1060. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>.
18. Sinha, R., Michelsen, J. D., Akcura, E., & Njie, L. (n.d.). *COVID-19's impact on the waste sector*. Retrieved from: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/dfbcda0-847d-4c16-9772-15c6afdc8d85/202006-COVID-19-impact-on-waste-sector.pdf?MOD=AJPERES&CVID=na-eKpI>.
19. Kulkarni, B. N., & Anantharama, V. (2020). Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities. *Science of the Total Environment*, 743, 140693. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140693>.
20. Mol, M. P. G., & Caldas, S. (2020). Can the human coronavirus epidemic also spread through solid waste? *Waste Management & Research*, 38(5), 485–486. <https://doi.org/10.1177/0734242x20918312>.
21. Rajmohan, K. V. S., Ramya, C., Raja Viswanathan, M., & Varjani, S. (2019). Plastic pollutants: Effective waste management for pollution control and abatement. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 12, 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2019.08.006>.

*The article was received 22.09.2022 and was accepted after revision 05.12.2022*

### **Сатін Ігор Валентинович**

канд. техн. наук, доцент Київського національного університету будівництва і архітектури, т.в.о. заступника директора Державного підприємства «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства»  
**Адреса робоча:** вул. Митрополита В. Липківського, 35, м. Київ, Україна, 03035  
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2028-9791> **e-mail:** [satin@nikti.org.ua](mailto:satin@nikti.org.ua)

### **Хитрук Сергій Володимирович**

науковий співробітник Державного підприємства «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства»  
**Адреса робоча:** вул. Митрополита В. Липківського, 35, м. Київ, Україна, 03035  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8536-6874> **e-mail:** [hytruk@nikti.org.ua](mailto:hytruk@nikti.org.ua)

### **Панченко Олена Сергіївна**

завідувач лабораторії Державного підприємства «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства»  
**Адреса робоча:** вул. Митрополита В. Липківського, 35, м. Київ, Україна, 03035  
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3680-7036> **e-mail:** [panchenko@nikti.org.ua](mailto:panchenko@nikti.org.ua)