

ДИНАМІКА ЗНОШЕНОСТІ СМІТТЄВОЗІВ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

¹Вінницький національний технічний університет

Протягом 2015—2020 років зношеність сміттєвозів автопарків комунальних підприємств Вінниччини зменшилась з 81 % до 63,8 %. Визначення регресійної залежності, що описує динаміку зношеності сміттєвозів у Вінницькій області для вирішення проблеми поводження з твердими побутовими відходами є актуальною науково-технічною задачею. Тому метою роботи є встановлення саме цієї залежності. Під час дослідження використано метод регресійного аналізу результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей з вибором адекватнішого виду функції з 16 найпоширеніших варіантів за критерієм максимального коефіцієнта кореляції. Регресія проводилась на основі лінеаризувальних перетворень, які дозволяють звести нелінійну залежність до лінійної. Визначення коефіцієнтів рівняння регресії здійснювалось методом найменших квадратів за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір. Отримано адекватну регресійну залежність, що описує динаміку зношеності сміттєвозів у Вінницькій області і побудовано відповідну графічну залежність, яка дозволяє наочно показати достатню збіжність теоретичних та фактичних результатів. Встановлено, що рівень зношення сміттєвозів у Вінницькій області в 2015—2020 рр. зменшувався за гіперболічною залежністю. Спрогнозовано, що до 2030 року рівень зношеності сміттєвозів у Вінницькій області за наявних темпів спадання скоротиться до 61,9 %.

Ключові слова: динаміка, сміттєвоз, зношеність, тверді побутові відходи, регресійний аналіз.

Вступ

Чимало публікацій висвітлює дослідження проблеми забруднення навколишнього природного середовища твердими побутовими та промисловими відходами [1]—[12]. Проблема інтенсивного зростання обсягів накопичення відходів властива усім населеним пунктам нашої країни, особливо містам з великою кількістю населення. Хоча частка твердих побутових відходів (ТПВ) у загальному об'язі відходів, які утворюються в населених пунктах України, становить лише близько 1,5 %, проблема поводження з таким типом відходів є вельми складною. Це, зокрема, пов'язано з широкою номенклатурою компонентів ТПВ, присутністю небезпечних складових, значною їхньою розосередженістю та великою кількістю джерел продукування побутових відходів. Основним методом поводження з ТПВ, поширеним на території України, є їхнє захоронення на сміттєзвалищах та полігонах. Лише в період 1999—2014 рр. в Україні майже вдвічі зросла площа перевантажених та більше ніж втричі тих полігонів і сміттєзвалищ, що порушують норми екологічної безпеки, а тому безпосередньо негативно впливають на стан навколишнього природного середовища поблизу районів житлової забудови і можуть становити небезпеку забрудненням твердими [1], газоподібними [12], рідкими шкідливими речовинами прилеглих земельних ділянок, що загрожує безпеці життєдіяльності людини. Для збирання та транспортування ТПВ до місць захоронення та сміттєспалювання в Україні використовуються кузовні сміттєвози в кількості більше 4100 од., які здатні ущільнювати ТПВ, зменшуючи витрати на перевезення і необхідні площі полігонів [7]. Для зниження темпів збільшення площ земельних ділянок під захоронення ТПВ піддають первинній переробці в процесі завантаження у сміттєвоз шляхом ущільнення [9], зневоднення [10] та подрібнення. Зношеність автопарку сміттєвозів комунальних підприємств Вінниччини протягом 2015—2020 років зменшилась з 81 % до 63,8 %. Відповідно до Постанови Кабміну № 265 [13], важливим

є забезпечення застосування сучасних високоефективних сміттевозів у комунальному господарстві країни, як основної ланки в структурі машин для збирання та первинної переробки ТПВ. Тому визначення регресійної залежності, що описує динаміку зношеності сміттевозів у Вінницькій області як складової вирішення проблеми поведінки з твердими побутовими відходами є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз [14] розробок в галузі комунальної техніки показав, що у більшості сміттевозів технологічні операції здійснюються за допомогою гідравлічного приводу робочих органів. Найменшу довговічність (пробіг до напрацювання на відмову) серед основних компонентів сміттевозів з боковим способом завантаження ТПВ згідно з дослідженнями [15] має гідравлічна система. За результатами спостережень [16] виявлено найненадійніші агрегати та найчастіші причини відмов гідравлічного обладнання сміттевозів: гідроциліндри — 34,92 % (знос манжет, ущільнень, штока; розрив гайки кріплення поршня до штока; вигин штока; механічні пошкодження), гідронасос — 16,40 % (знос корпусу і шестерень, видавлювання сальників, тріщини корпусу), трубопроводи, рукави високого тиску (РВТ) — 15,34 % (розриви РВТ, знос трубопроводів), гідророзподільник — 13,23 %, (знос ущільнень, золотників, тріщини корпусу). Найбільшу небезпеку становлять значні навантаження на елементи приводу, спричинені перехідними процесами під час пуску. Враховуючи значну масу контейнерів з ТПВ (до 0,5 т) перевантаження можуть досягати значних величин. Особливу небезпеку це становить для вузлів з'єднань «гідроциліндр–важіль», «гідроциліндр–кузов», а також для РВТ, які підводять робочу рідину до гідроциліндрів. Такі стрибки тиску в режимі перехідних процесів можуть стати причиною розриву РВТ, виходу обладнання з ладу. Тому досліджено стійкість роботи гідроприводу та якість перехідних процесів під час пуску та отримано залежності таких показників якості перехідних процесів, як час регулювання та відносне перерегулювання, від основних параметрів робочих органів сміттевозів під час завантаження [17] та вивантаження [18] ТПВ відповідно, які дозволяють розрахувати раціональні параметри робочих органів сміттевозів, що забезпечують якісні перехідні процеси під час пуску гідроприводів, а отже, й зменшення інтенсивності їхнього зношування. В роботі [19] встановлено, що електронні телеметричні навігаційно-диспетчерські системи контролю машини в процесі роботи на маршруті дозволяють автоматично керувати роботою машини та забезпечують плавніший рух робочих органів, зменшують їхні ривки та вібрації під час розвантаження контейнерів з ТПВ. Ці ривки та вібрації негативно впливають на автомобіль. Внаслідок зниження негативного впливу термін служби кузова та шасі збільшується, а рівень їхньої зношеності зменшується.

Системний аналіз показав, що для вирішення проблеми ТПВ необхідний певний комплекс машин [20]. Перспективним способом мінімізації кількості та шкідливості ТПВ є їхнє зневоднення та подальше віброущільнення плитою пресування з гідроприводом та віброзбудженням за допомогою генератора імпульсів тиску. На основі дослідженої взаємодії робочого тіла — ТПВ з виконавчими органами машин сформовано структуру машин для збирання та первинної переробки ТПВ [21]. Встановлено, що конструкція сміттевоза повинна враховувати стратегію поведінки з ТПВ та технологію їхнього збирання. Так для збирання змішаних ТПВ з подальшим захороненням на полігоні або піролізним сміттеспалюванням повинні використовуватись кузовні сміттевози з можливістю максимального зневоднення та ущільнення відходів. У випадку дуальної системи збирання сухих і вологих відходів або їхнього роздільного (пофракційного) збирання з подальшою переробкою і повторним використанням вторинних ресурсів мають використовуватись контейнерні сміттевози. Тому виготовлення нових конструкцій сміттевозів з розширеними функціональними можливостями також сприятиме зменшенню показника зношеності сміттевозів автопарку комунальних підприємств.

У статті [22] показано, що шини автомобілів для збирання та транспортування ТПВ, встановлені на передній осі, мають менший знос, ніж на задній осі. Це пов'язано з тим, що в процесі транспортування ТПВ навантаження на задню вісь більше, ніж на передню. Відповідно є можливість порівняти фактичний пробіг шин з нормативами підприємства.

В роботах [23]—[28] наведено статистичні дані щодо зношеності сміттевозів у Вінницькій області у 2015—2020 роках. Однак, конкретних математичних залежностей, що описують динаміку зношеності сміттевозів у Вінницькій області, в результаті аналізу відомих публікацій авторами не виявлено.

Метою дослідження є визначення за допомогою регресійного аналізу залежності, що описує динаміку зношеності сміттевозів у Вінницькій області для вирішення проблеми поведінки з ТПВ.

Методи досліджень

Для визначення регресійної залежності, що описує динаміку зношуваності сміттевозів у Вінницькій області, використано метод регресійного аналізу результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей, а також комп'ютерне моделювання.

Регресія проводилась на основі лінеаризувальних перетворень, які дозволили звести нелінійну залежність до лінійної. Під час дослідження використано метод регресійного аналізу результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей з вибором адекватнішого виду функції з 16 найпоширеніших варіантів за критерієм максимального значення коефіцієнта кореляції зі збереженням результатів у форматі MS Excel та Bitmap. Визначення коефіцієнтів рівнянь регресії здійснювалась методом найменших квадратів за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [30] і детально описана у роботі [31].

Результати досліджень

У табл. 1 наведено статистичні дані щодо динаміки зношеності сміттевозів у Вінницькій області у 2015—2020 рр. [23]—[28], яку слід розуміти як кількісну міру фізичного старіння під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів, отриману в процесі експлуатації спецавтомобіля, і яка характеризує стан як всього спецавтомобіля в цілому, так і окремих його елементів (вузлів, деталей). Тобто, зношеність сміттевозів характеризує відсоткове відношення кількості сміттевозів, які потребують ремонту чи заміни, до загальної їх кількості в автопарках комунальних підприємств. Основними причинами виникнення фізичного зносу сміттевоза як спецавтомобіля є фізико-хімічні зміни матеріалу деталей, пластична деформація та втома металу, корозійний знос. Ці фактори значною мірою залежать від терміну експлуатації, пробігу (напрацювання), класу автомобіля, а також умов та інтенсивності режиму його експлуатації. У результаті спільного впливу зазначені фактори призводять до граничного стану спецавтомобіля, з досягненням якого його експлуатація стає неможливою. Тобто з часом фізичне зношення спецавтомобіля призводить до втрати ним первісної споживчої вартості, автомобіль поступово стає непридатним до експлуатації і вимагає заміни повністю (або окремих вузлів чи деталей). Зменшення зношення сміттевозів за вказаний період часу пояснюється придбанням підприємствами комунального господарства області нових сміттевозів [29], вчасним ремонтом, заміною та відновленням їхніх деталей та вузлів, виведенням з експлуатації застарілих моделей сміттевозів та таких, що не підлягають ремонту та відновленню.

Таблиця 1

Статистичні дані за 2015—2020 рр. щодо динаміки зношуваності сміттевозів у Вінницькій області [23]—[28]

Рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Зношуваність сміттевозів у Вінницькій області, %	81	68	67,7	63,5	63,8	63,8

На основі даних табл. 1 планувалось отримати математичну модель у вигляді парної регресійної залежності зношуваності сміттевозів у Вінницькій області. Оскільки аргументом регресійної залежності є рік, порядок значень якого на три порядки перевищує порядок ширини діапазону його зміни, то з метою підвищення точності регресійної залежності пропонується за початок координат взяти рік, який передуює початку досліджуваного діапазону ($x = t - 2014$).

Результати регресійного аналізу наведені в табл. 2, де сірим кольором позначено комірочки з видом регресії з максимальним значенням коефіцієнта кореляції R .

Таблиця 2

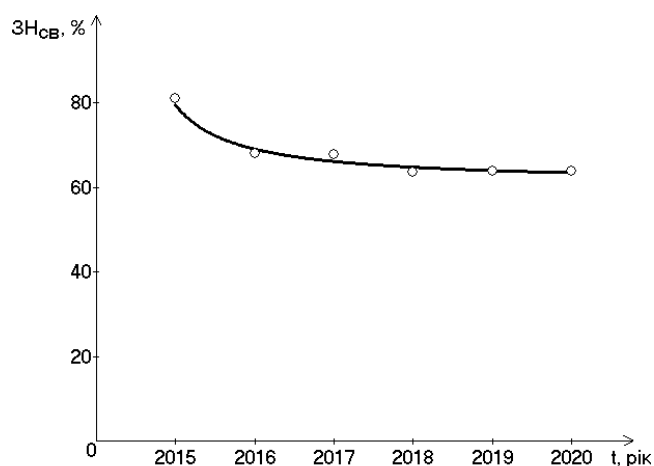
Результати регресійного аналізу динаміки зношуваності сміттевозів у Вінницькій області

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R
1	$y = a + bx$	0,81983	9	$y = ax^b$	0,93599
2	$y = 1/(a + bx)$	0,84346	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,92917
3	$y = a + b/x$	0,98241	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,92917
4	$y = x/(a + bx)$	0,99966	12	$y = a/(b + x)$	0,84346
5	$y = ab^x$	0,83185	13	$y = ax/(b + x)$	0,98246

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R
6	$y = ae^{bx}$	0,83185	14	$y = ae^{b/x}$	0,98292
7	$y = a \cdot 10^{bx}$	0,83185	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,98292
8	$y = 1/(a + be^{-x})$	0,98034	16	$y = a + bx^n$	0,70232

Отже, за результатами регресійного аналізу на основі даних табл. 1 найадекватнішою остаточно вважатимемо таку регресійну модель:

$$ZH_{CB} = \frac{t - 2014}{0,0164(t - 2014) - 0,003825} [\%], \quad (1)$$



Залежність, що описує: \circ — фактичну; — — теоретичну динаміку зношеності сміттєвозів у Вінницькій області в 2015—2020 рр.

де ZH_{CB} — зношеність сміттєвозів у Вінницькій області, %; t — рік.

На рисунку показано графічну залежність, що описує динаміку зношеності сміттєвозів у Вінницькій області, побудовану за допомогою рівняння регресії (1), що підтверджує визначену раніше достатню збіжність отриманої теоретичної залежності з даними, наведеними в роботах [23]—[28].

Аналіз графічної залежності на рисунку показав, що зношеність сміттєвозів у Вінницькій області в 2015—2020 рр. спадала за гіперболічною залежністю.

Використовуючи залежність (1) можна спрогнозувати, що до 2030 року зношеність сміттєвозів у Вінницькій області, за наявних темпів спадання, скоротиться до 61,9 %.

Висновки

1. Визначено регресійну залежність, що описує динаміку зношеності сміттєвозів у Вінницькій області та дозволяє її прогнозувати, що необхідно для вирішення проблеми поводження з твердими побутовими відходами.
2. Побудовано графічну залежність, що описує динаміку зношеності сміттєвозів у Вінницькій області та дозволяє наочно проілюструвати цю динаміку, показати достатню збіжність теоретичних та фактичних результатів.
3. Встановлено, що зношеність сміттєвозів у Вінницькій області у 2015—2020 рр. спадала за гіперболічною залежністю.
4. Спрогнозовано, що до 2030 року зношеність сміттєвозів у Вінницькій області, за існуючих темпів спадання, скоротиться до 61,9 %.
5. Врахування впливу чинників на зношеність сміттєвозів у Вінницькій області вимагає проведення подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] В. И. Колесников, К. Ш. Казеев, и В. Ф. Вальков, «Влияние загрязнения тяжелыми металлами на экологические свойства чернозема обыкновенного.» *Экология*, № 3, с. 193-201, 2000.
- [2] В. П. Ковальський, і А. В. Бондарь, «Шламосолокарбонатний прес-бетон на основі відходів промисловості,» на *XXIV Міжнар. наук.-практ. конф. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*, Харків, 2015, с. 209.
- [3] В. П. Ковальський, і О. С. Сідлак, «Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах,» *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві*, № 1 (16), с. 35-40, 2014.
- [4] О. В. Березюк, і М. С. Лемешев, «Динаміка утворення відходів будівництва і знесення у Вінницькій області,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 1, с. 37-41, 2021. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-154-1-37-41>.
- [5] О. В. Березюк, і М. С. Лемешев, «Динаміка поширеності переробки та утилізації твердих побутових відходів у Вінницькій області,» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 3, с. 6-10. 2022. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-162-3-6-10>.

- [6] О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, і Л. Л. Березюк, «Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, 2013, № 4, с. 17-20.
- [7] В. В. Попович, О. В. Придатко, М. І. Сичевський, Н. П. Попович, і М. А. Панасюк, «Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище"», *Науковий вісник НЛТУ України*, т. 27, № 10, с. 111-116, 2017.
- [8] O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, and A. Bugubayeva, "Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes," *Przegląd Elektrotechniczny*, no. 4, p. 146-150, 2019. <http://dx.doi.org/10.15199/48.2019.04.26>.
- [9] Т. А. Орлова, «Экологическая оценка земельных участков, занятых объектами обращения с отходами», *Містобудування та територіальне планування*, наук.-техн. зб., вип. 25, с. 167-181, 2006.
- [10] О. В. Березюк, «Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 5, с. 18-24, 2018. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2018-140-5-18-24>.
- [11] О. А. Сагдеева, Г. В. Крусір, і А. Л. Цикало, «Оцінка рівня екологічної небезпеки звалищ твердих муніципальних відходів», *Екологічна безпека*, № 1, с. 75-83, 2018.
- [12] О. В. Березюк, «Моделирование состава биогаза при анаэробном разложении твердых бытовых отходов», *Автоматизированные технологии и производства*, № 4 (10), с. 44-47, 2015.
- [13] Кабінет Міністрів України (2004, Берез. 4), *Постанова № 265 «Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами.»* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/265-2004-%D0%BF>.
- [14] О. В. Березюк, «Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів.» автореф. дис. д-ра техн. наук., фак-т інформ., Хмельн. нац. ун-т, Хмельницький, 2021.
- [15] М. С. Алтунина, «Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта кузовных мусоровозов.» дис. канд. техн. наук., фак-т інформ., Южнорос. гос. политех. ун-т (НПИ) им. М. И. Платова, Новочеркасск, 2015.
- [16] Д. В. Мальцев, «Совершенствование организации перевозочного процесса твердых бытовых отходов автомобильным транспортом.» дис. канд. техн. наук., фак-т інформ., Перм. нац. иссл. политех. ун-т, Орел, 2016.
- [17] О. В. Березюк, «Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози», *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*, № 33, с. 403-406, 2009.
- [18] О. В. Березюк, «Дослідження динаміки гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвозів», *Машинознавство*, № 10 (136), с. 25-28, 2008.
- [19] В. Шляховой, «Верным путем идете, мусоровозы! Телематика в мусоровозах», *Основные средства*, № 1, 2017, [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://os1.ru/article/9607-telematika-v-musorovozah-vernym-putem-idete-musorovozy>.
- [20] О. В. Березюк, «Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів», *Вісник машинобудування та транспорту*, № 1, с. 3-8, 2015.
- [21] О. В. Березюк, «Структура машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів», *Вісник машинобудування та транспорту*, № 2, с. 3-7, 2015.
- [22] М. С. Беляев, и Е. М. Генсон, «Определение соответствия фактического износа шин мусоровозов нормативному значению», *Химия. Экология. Урбанистика*, т. 2020, с. 30-33, 2020.
- [23] Мінрегіон, *Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2015 рік.* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/04/Zbortpv4-oblasti1.pdf>.
- [24] Мінрегіон, *Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2016 рік.* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/03/TPV-4-2016.pdf>.
- [25] Мінрегіон, *Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2017 рік.* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/04/TPV-4-2017.pdf>.
- [26] Мінрегіон, *Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2018 рік.* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/03/TPV-4-2018.pdf>.
- [27] Мінрегіон, *Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2019 рік.* [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/03/rozdil-4_oblasti.xls.
- [28] Мінрегіон, *Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2020 рік.* [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2021/06/rozdil-4-2020_oblasti.pdf.
- [29] Вінницька обласна Рада, Рішення 27 сесії обласної Ради 7 скликання від 20 грудня 2017 року № 508 «Про Програму економічного і соціального розвитку Вінницької області на 2018 рік». [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://vinrada.gov.ua/upload/files/7sklikannya/27Ses/508.pdf>.
- [30] О. В. Березюк, «Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz")», *Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486*, Київ: Державна служба інтелектуальної власності України, дата реєстрації: 03.06.2013.
- [31] О. В. Березюк, «Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в уцільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми "RegAnaliz"», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 1, с. 40-45, 2014.

Рекомендована кафедрою будівництва, міського господарства та архітектури ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 30.06.2022

Березюк Олег Володимирович — д-р техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, e-mail: berezukoleg@i.ua ;

Лемешев Михайло Степанович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

O. V. Bereziuk¹
M. S. Lemeshev¹

Wear Dynamics of Dustcart in the Vinnytsia Region

¹Vinnytsia National Technical University

During 2015—2020, wear and tear of the fleet of dustcarts of municipal enterprises of Vinnytsia decreased from 81 % to 63.8 %. Therefore, the determination of the regression dependence describing the dynamics of wear and tear of dustcarts in the Vinnytsia region to solve the problem of municipal solid waste management is an urgent scientific and technical task. The purpose of the study is to determine by means of a regression analysis of dependence, which describes the dynamics of wear and tear of dustcarts in the Vinnytsia region to solve the problem of municipal solid waste management. During the research, the method of regression analysis of the results of one-factor experiments and other paired dependencies was used with the selection of a more adequate type of function from the 16 most common options according to the criterion of the maximum correlation coefficient. The regression was carried out on the basis of linearizing transformations, which allow to reduce the non-linear dependence to a linear one. The coefficients of the regression equation were determined by the method of least squares using the developed computer program “RegAnaliz”, which is protected by a certificate of copyright registration for the work. An adequate regression dependence was obtained, which describes the dynamics of wear and tear of dustcarts in the Vinnytsia region. A graphical dependence has been constructed that describes the dynamics of wear and tear of dustcarts in the Vinnytsia region and allows to visually illustrate this dynamic, to show a sufficient convergence of theoretical and actual results. It was established that the wear and tear of dustcarts in the Vinnytsia region in 2015—2020 decreased according to a hyperbolic dependence. It is predicted that by 2030, the wear and tear of dustcarts in the Vinnytsia region will decrease to 61.9 % at the current rate of decline.

Keywords: dynamics, dustcart, wear, municipal solid waste, regression analysis.

Bereziuk Oleh V. — Dr. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of Security of Life and Pedagogic of Security, e-mail: berezyukoleg@i.ua ;

Lemeshev Mykhailo S. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of Construction, Urban Economy and Architecture