

О. В. Березюк
М. С. Лемешев
В. Л. Широбоков

ДИНАМІКА ОБСЯГІВ ПРОДУКУВАННЯ ВІДХОДІВ БУДІВНИЦТВА І ЗНЕСЕННЯ У МІСТІ КИЄВІ

Вінницький національний технічний університет

Відходи будівництва і знесення можуть бути широко застосовані у будівництві для одержання таких цінних матеріалів: як наповнювач та в'язуче для виробництва бетонів, сухих будівельних сумішей та інших будівельних матеріалів, для виробництва будівельних матеріалів із захисними властивостями від електромагнітних випромінювань та статичної електрики, для виготовлення анодних заземлювачів тощо. Тому визначення регресійної залежності, що описує динаміку обсягів продукування відходів будівництва і знесення у місті Києві для вирішення проблеми поводження з твердими промисловими відходами є актуальною науково-технічною задачею. Метою дослідження є визначення за допомогою регресійного аналізу залежності, що описує динаміку обсягів продукування відходів будівництва і знесення у місті Києві для вирішення проблеми поводження з твердими промисловими відходами. Під час дослідження використано метод регресійного аналізу результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей із вибором кращого виду функції із 16 найпоширеніших варіантів за критерієм максимального коефіцієнту 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 утворення відходів будівництва і знесення у Вінницькій області. Побудовано графічну залежність, що описує динаміку обсягів продукування відходів будівництва і знесення у місті Києві та дозволяє наглядно проілюструвати дану динаміку, показати достатню збіжність теоретичних та фактичних результатів. Встановлено, що у місті Києві протягом 2015-2019 рр. продукування маси відходів будівництва і знесення зростало за степеневу залежністю.

Ключові слова: динаміка, продукування відходів, відходи будівництва і знесення, тверді промислові відходи, регресійний аналіз.

Вступ

Разом із проблемою твердих побутових відходів [1-6] важливою є проблема твердих промислових відходів, обсяг яких в Україні за даними Міністерства охорони навколишнього середовища складає 175 млн. м³ в рік. До твердих промислових відходів відносять непридатні для виробництва певної продукції види сировини, її залишки, які не вживаються, або речовини, що виникають в результаті технологічних процесів, які не підлягають утилізації у даному виробництві. Цю групу складає 90% об'єму твердих промислових відходів, тому вони є одним із основних джерел антропогенного забруднення навколишнього природного середовища в глобальному масштабі. Тверді промислові відходи виникають як невідворотний результат споживчого відношення і неприйнятно низького коефіцієнта використання ресурсів. Наприклад, у колишньому СРСР кольорова металургія видобувала близько 2 млрд. т. гірських порід на рік, а товарна продукція із них складала тільки близько 1%. В нашій країні у відходи потрапляють майже 80-85% або 20-30 млрд. т. переробленої сировини із щорічним її приростом в межах до 2 млрд. т. у гірничодобувній, металургійній, хімічній та паливно-енергетичній галузях. З цього обсягу понад 200 млн. т. складають токсичні та інші небезпечні відходи. Приріст площ, зайнятих відходами, складає 50 тис. га [7] в рік. Разом із тим тверді промислові відходи можуть бути широко застосовані у будівництві для одержання таких цінних матеріалів: як наповнювач [8] та в'язуче [9-11] для виробництва бетонів, сухих будівельних сумішей та інших будівельних матеріалів [12, 13], для виробництва будівельних матеріалів із захисними властивостями від електромагнітних випромінювань [14, 15] та статичної електрики [16], для виготовлення анодних заземлювачів [17]. Можливість такого використання можна пояснити тим, що багато мінеральних та органічних відходів за своїм хімічним складом та технічними властивостями близькі до природної сировини. Також є перспективними використання дрібнодисперсних відходів металообробки для мінімізації об'ємів іммобілізованих рідких радіоактивних відходів [18]. У світовій практиці взагалі близько 90% відходів будівництва і знесення підлягають переробці та повторному використанню. Саме тому повторне використання та переробка відходів будівництва та знесення для України займає чільне місце поміж пріоритетних задач Національної стратегії поводження з відходами [19]. Тому визначення регресійної залежності, що описує динаміку обсягів продукування відходів будівництва і знесення у м. Києві для вирішення проблеми поводження з твердими промисловими відходами є актуальною науково-технічною задачею.

Метою дослідження є визначення за допомогою регресійного аналізу залежності, що описує динаміку обсягів продукування відходів будівництва і знесення у м. Києві для вирішення проблеми поводження з твердими промисловими відходами.

Актуальність та аналіз останніх досліджень і публікацій

У роботі [8] запропонований шламозолокарбонатний прес-бетон, який складається з відходів каменерізання карбонатних порід, золи-виносу Ладижинської ТЕС, червоного шламу Миколаївського глиноземного заводу з добавкою портландцементу.

В матеріалах роботи [9] показано, що отримання фосфогіпсозолоцементних та металофосфатних в'язучих на основі відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв дозволяють вирішити актуальну для України проблему енерго- та ресурсозбереження за допомогою створення нових будівельних матеріалів поліфункціонального призначення.

У результаті проведених досліджень, наведених в статті [10], отримано металозолофосфатне в'язуче на основі відходів промисловості.

Авторами статті [11] виявлено, що основним шляхом утилізації червоного шламу при виробництві будівельних матеріалів є його використання як модифікуючої добавки до золоцементного в'язучого.

Техніко-економічна доцільність більш широкого використання відходів ТЕС при виробництві цементу та інших будівельних матеріалів показана в роботі [12].

У статті [13] зазначено, що отримання бетонного щебеню, дрібнозернистих відсівів та їхнє повторне використання є заключною стадією замкненого циклу переробки бетонних і залізобетонних відходів – «зношення – вивезення – переробка – реалізація».

В матеріалах роботи [14] виявлено, що застосування бетел-м (бетон електропровідний металонасичений, який використовується спеціального покриття біологічного захисту від іонізуючих випромінювань всередині приміщень будівель і споруд) комірчастої, варіотропної та щільної структури дає можливість знизити рівень електромагнітних випромінювань і тим самим знизити небезпеку випромінювань. Авторами статті [15] обґрунтована доцільність застосування дрібнодисперсних порошоків шламів сталі ШХ-15 під час виготовлення спеціального захисного покриття від електромагнітних випромінювань.

В роботі [16] запропоновано використовувати для боротьби з зарядами статичної електрики покриття із електропровідного бетону, технологія виготовлення якого досить проста і не потребує дорогих матеріалів і спеціального устаткування.

Автори статті [17] стверджують, що бетел-м може використовуватись для виготовлення електропровідних елементів (анодних заземлювачів) систем антикорозійного катодного захисту підземних інженерних мереж. В матеріалах статті [18] обґрунтована доцільність проведення робіт з розробки нового виду матричних матеріалів на основі бетелу-м для іммобілізації рідких токсичних відходів.

В роботі [20] зокрема наведено статистичні дані щодо обсягів продукування відходів будівництва і знесення у м. Києві в різні роки. Однак конкретних математичних залежностей, що описують динаміку обсягів продукування відходів будівництва і знесення у м. Києві, в результаті аналізу відомих публікацій, авторами не виявлено.

Аналіз результатів дослідження

В табл. 1 наведено статистичні дані щодо обсягів продукування відходів будівництва і знесення у м. Києві в різні роки [20]. Зростання обсягів продукування відходів будівництва і знесення у м. Києві в 2015-2019 роках пояснюється збільшенням обсягів будівельного виробництва у цьому місті.

На основі даних табл. 1 планувалось отримати математичну модель у вигляді парної регресійної залежності обсягів продукування маси відходів будівництва і знесення у м. Києві. 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 прийняти рік, який передує початку досліджуваного діапазону ($x = t - 2014$).

Таблиця 1

Статистичні дані щодо обсягів продукування відходів будівництва і знесення у м. Києві в різні роки [20]

Рік	2015	2016	2017	2018	2019
Утворено, тонн	35255,54	38150,75	112347,4	98152	246704,3

Регресія проводилась на основі лінеаризувальних перетворень, які дозволяють звести нелінійну залежність до лінійної. Під час дослідження використано метод регресійного аналізу результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей із вибором кращого виду функції із 16 найпоширеніших варіантів за критерієм максимального значення коефіцієнта кореляції зі збереженням результатів в форматі MS Excel та Vitmar. Визначення коефіцієнтів рівнянь регресії здійснювалась методом найменших квадратів за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [21] і детально описана в роботі [22].

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

Отже, за результатами регресійного аналізу на основі даних табл. 1, як найбільш адекватну, остаточно прийнято таку регресійну модель

$$m_{ВБЗ} = 44652 + 313,9(t - 2014)^4 \text{ [т]}, \quad (1)$$

де $m_{ВБЗ}$ – річна маса відходів будівництва і знесення у м. Києві, т;
 t – рік.

Таблиця 2

Результати регресійного аналізу динаміки обсягів продукування відходів будівництва і знесення у м. Києві

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R
1	$y = a + bx$	0,88897	9	$y = ax^b$	0,89542
2	$y = 1 / (a + bx)$	0,93016	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,80123
3	$y = a + b / x$	0,68782	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,80123
4	$y = x / (a + bx)$	0,34346	12	$y = a / (b + x)$	0,93016
5	$y = ab^x$	0,94075	13	$y = ax / (b + x)$	0,86291
6	$y = ae^{bx}$	0,94075	14	$y = ae^{b/x}$	0,80642
7	$y = a \cdot 10^{bx}$	0,94075	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,80642
8	$y = 1 / (a + be^{-x})$	0,85906	16	$y = a + bx^n$	0,95191

На рис. 1 показано графічну залежність, що описує динаміку продукування маси відходів будівництва і знесення у м. Києві, побудовану за допомогою рівняння регресії (1), що підтверджує визначену раніше достатню збіжність отриманих теоретичної залежності порівняно із даними, наведеними в роботі [20].

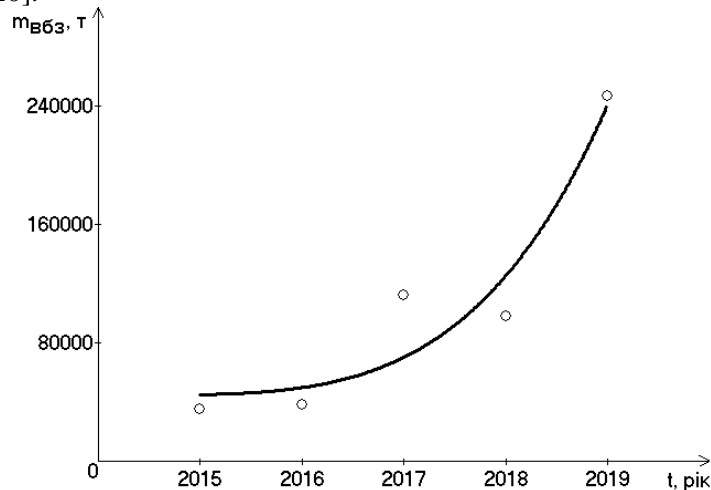


Рисунок 1 – Залежність, що описує фактичну (○) та теоретичну (—) динаміку продукування маси відходів будівництва і знесення у м. Києві

Аналіз графічної залежності на рис. 1 показав, що у м. Києві протягом 2015-2019 рр. продукування маси відходів будівництва і знесення зростало за степеневу залежністю.

Висновки

1. Визначено регресійну залежність, що описує продукування маси відходів будівництва і знесення у м. Києві та дозволяє прогнозувати масу утворення цих відходів, що необхідно для вирішення

проблеми поводження з твердими промисловими відходами.

2. Побудовано графічну залежність, що описує динаміку продукування маси відходів будівництва і знесення у м. Києві та дозволяє наглядно проілюструвати дану динаміку, показати достатню збіжність теоретичних та фактичних результатів.

3. Встановлено, що у м. Києві протягом 2015-2019 рр. продукування маси відходів будівництва і знесення зростало за степеневу залежністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Berezyuk, O. V., and Savulyak, V. I. "Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities." *TEHNOMUS – New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies* 22 (2015): 345-351.
2. Попович, В. В., Придатко, О. В., Сичевський, М. І., Попович, Н. П., та Панасюк, М. А. "Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище".
Науковий вісник НЛТУ України 27 (10) (2017): 111-116.
3. Сагдєєва, О. А., Крусір, Г. В., та Цикало, А. Л. "Дослідження впливу температурного режиму на перебіг процесів компостування органічного компоненту твердих муніципальних відходів." *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. СЗ Жицького. Серія: Харчові технології* 20 (85) (2018) 155-161.
4. Hamer, G. "Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety." *Biotechnology advances* 22 (1-2) (2003): 71-79. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2003.08.007>
5. Березюк, О. В. "Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом." *Вісник Вінницького політехнічного інституту* 5 (2018): 18-24.
6. Berezyuk, O., and Savulyak V. "Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart." *Technical Sciences* 20 (2017): 259-273.
7. Коц, І. В., та Березюк, О. В. "Вібраційний гідропривод для пресування промислових відходів." *Вісник Вінницького політехнічного інституту* 5 (2006): 146-149.
8. Ковальський, В. П., та Бондарь, А. В. "Шламозолокарбонатний прес-бетон на основі відходів промисловості." *XXIV міжнар. наук.-практ. конф. "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". Харків, 209.* (2015).
9. Лемешев, М. С. "В'язучі з використанням промислових відходів Вінниччини." *XXIV міжнар. наук.-практ. конф. "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". Харків, 381.* (2016).
2. Лемешев, М. С. "В'язуче на основі промислових відходів." *Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. "Наукові дослідження та їх практичне застосування. Сучасний стан та шляхи розвитку «2017».* URL: http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18481/statya_doclad_oct%20.doc
3. Ковальський, В. П., Очеретний, В. П., Лемешев, М. С., та Бондар, А. В. "Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей." *Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди* 26 (2013): 186-193.
4. Ковальський, В. П., та Сідлак, О. С. "Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах." *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві* 16 (2014): 35-40.
5. Попович, О. Р., Захарко, Я. М., та Мальований, М. С. "Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів." *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Теорія і практика будівництва* 755 (2013): 321-324.
6. Лемешев, М. С., та Христич, А. В. "Електротехнічні матеріали для захисту від електромагнітного забруднення навколишнього середовища." *4-й міжнар. наук.-практ. конф. "Інноваційний розвиток територій". Череповець, 78-83.* (2016).
7. Лемешев, М. С. "Металонасичені бетони для захисту від електромагнітного випромінювання." *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури* 33 (2013): 253-256.
8. Лемешев, М. С. "Електропровідні бетони для захисту від статичної електрики." *Наук. симпоз. "Перспективні досягнення сучасних вчених". Одеса. 2017.* URL: <http://www.sworld.education/index.php/ru/c217-14/29403-%D1%81217-032>
9. Лемешев, М. С., та Березюк, О. В. "Електротехнічний бетон для виготовлення анодних заземлювачів." *Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. "Інтелектуальний потенціал XXI століття '2017". Одеса. 2017.* URL: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-u7-317/modern-construction-technologies-u7-317/29688>
10. Сердюк, В. Р., та Христич, О. В. "Використання Бетелу-М для іммобілізації рідких радіоактивних відходів." *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві* 5 (2008): 50-54.
11. ТОВ «SEC ECOLOGY». "Національна стратегія поводження з відходами для України." Київ, (грудень 2016). URL: <https://eco.kiev.ua/assets/files/Osnovna-chastina.pdf>
12. ТОВ «Український науково-дослідний інститут з розробки та впровадження комунальних програм та проєктів». "План управління відходами в місті Києві до 2030 року." (2020). URL: <https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2021/11/5/plyp.pdf>
13. Березюк, О. В. "Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz")." *Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486.* К.: Державна служба інтелектуальної власності України. Дата реєстрації: 03.06.2013.
14. Березюк, О. В. "Визначення регресії коефіцієнта ущільнення твердих побутових відходів від висоти полігону на основі комп'ютерної програми RegAnaliz". *Автоматизовані технології та виробництва* 2 (2015): 43-45.

REFERENCES

1. Berezyuk, O. V., i Savulyak, V. I. "Dynamics hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities." *TEHNOMUS – New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies* 22 (2015): 345-351.
2. Popovych, V. V., Prydatko, O. V., Sichevskyy, M. I., Popovych, N. P., ta Panasyuk, M. A. "Efektyvnist' ekspluatatsiyi smittyevoziv u seredovyshchi "misto-smittyezvalyshche".
Naukovy visnyk NLTU Ukrayiny 27(10)(2017): 111-116.

3. Sahdyeyeva, O. O., Krusir, H. V., ta Tsykalo, O. L. "Doslidzhennya vplyvu temperaturnoho rezhymu na perebih protsesiv kompostuvannya orhanichnoho komponentu tverdykh munitsypal'nykh vidkhodiv." Naukovyy visnyk L'vivs'koho natsional'noho universytetu veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy im. SZ Gzhyts'koho. Seriya: Kharchovi tekhnolohiyi 20 (85) (2018) 155-161.
4. Hamer, G. "Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety." Biotechnology advances 22 (1-2) (2003): 71-79. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2003.08.007>
5. Berezyuk, O. V. "Eksperymental'ne doslidzhennya protsesiv znevodnennya tverdykh pobutovykh vidkhodiv shnekovym presom." Visnyk Vinnyts'koho politekhnichnoho instytutu 5 (2018): 18-24.
6. Berezyuk, O., i Savulyak V. "Prystosovanny matematychnyy model hydraulic drive container upturning during loading solid domestic wastes in dustcart." Technical Sciences 20 (2017): 259-273.
7. Kots, I. V., ta Berezyuk, O. V. "Vibratsiynny hidropyvod dlya presuvannya promyslovykh vidkhodiv." Visnyk Vinnyts'koho politekhnichnoho instytutu 5(2006): 146-149.
8. Koval's'kyi, V. P., ta Bondar, A. V. "Shlamozolokarbonatny pres-beton na osnovi vidkhodiv promyslovosti." XKHIV mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Informatsiyni tekhnolohiyi: nauka, tekhnika, tekhnolohiya, osvita, zdorov'ya". Kharkiv, 209. (2015).
9. Lemeshev, M. S. "V'yazhuchi z vykorystanniam promyslovykh vidkhodiv Vinnychchyny." KHXIV mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Informatsiyni tekhnolohiyi: nauka, tekhnika, tekhnolohiya, osvita, zdorov'ya". Kharkiv, 381. (2016).
2. Lemeshev, M. S. "V'yazhuche na osnovi promyslovykh vidkhodiv." Mezhnar. nauk.-prakt. Internet-konf. "Naukovi doslidzhennya ta yikh praktychne zastosuvannya. Suchasny stan ta shlyakhy rozvytku «2017».
3. Koval's'kyi, V. P., Ocheretnyy, V. P., Lemeshev, M. S., ta Bondar, O. V. "Obgruntuvannya dotsil'nosti vykorystannya zoloshlamovoho v'yazhuchoho dlya pryhotuvannya sukhykh budivel'nykh sumishey." Resursoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy 26 (2013): 186-193.
4. Koval's'kyi, V. P., ta Sidlak, O. S. "Vykorystannya zoli vynosu TES u budivel'nykh materialakh." Suchasni tekhnolohiyi, materialy ta konstruktsiyi u budivnytstvi 16 (2014): 35-40.
5. Popovych, O. R., Zakharko, YA. M., ta Mal'ovanyy, M. S. "Problemy utylizatsiyi ta pererobky budivel'nykh vidkhodiv." Visnyk Natsional'noho universytetu L'vivs'ka politekhnika. Teoriya ta praktyka budivnytstva 755 (2013): 321-324.
6. Lemeshev, M. S., ta Khrystych, A. V. "Elektrotekhnichni materialy dlya zakhystu vid elektromagnitnoho zahryaznennya navkolyshn'oho seredovyscha." 4-y mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Innovatsiynny rozvytok terytoriy". Cherepovets', 78-83. (2016).
7. Lemeshev, M. S. "Metalonasycheni betony dlya zakhystu vid elektromagnitnoho vyprominyuvannya." Visnyk Odes'koyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury 33 (2013): 253-256.
8. Lemeshev, M. S. "Elektroprovodni betony dlya zakhystu vid statychnoho elektryky." nauk. sympoz. "Perspektyvni dosyahnennya suchasnykh vchenykh". Vinnytsya. 2017. URL: <http://www.sworld.education/index.php/ru/c217-14/29403-%D1%81217-032>
9. Lemeshev, M. S., ta Berezyuk, O. V. "Elektrotekhnichnyy beton dlya vyhotovlennya anodnykh zamlyuvachiv." Mezhnar. nauk.-prakt. Internet-konf. "Intelektual'nyy potentsial KHKHI stolittya '2017". Vinnytsya. 2017. URL: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-u7-317/modern-construction-technologies-u7-317/29688>
10. Serdyuk, V. R., ta Khrystych, O. V. "Vykorystannya Betelu-M dlya immobilizatsiyi ridkykh radioaktyvnykh vidkhodiv." Suchasni tekhnolohiyi, materialy ta konstruktsiyi u budivnytstvi 5 (2008): 50-54.
11. TOV "SEC ECOLOGY". "Natsional'na stratehiya povodzhennya z vidkhodamy dlya Ukrainy." Kyiv, (dekabr' 2016). URL: <https://eco.kiev.ua/assets/files/Osnovna-chastina.pdf>
12. TOV «Ukrayins'kyi naukovo-doslidnyy instytut z rozrobky ta vprovadzhennya komunal'nykh prohram ta proektiv». "Plan upravlinnya vidkhodamy u Kyievi do 2030 roku." (2020). URL: <https://dzki.kyivcity.gov.ua/files/2021/11/5/plyp.pdf>
13. Berezyuk, O. V. "Komp'yuterna prohrama "Rehresiyyny analiz" ("RegAnaliz")." Svidotstvo pro reyestratsiyu avtors'koho prava na tvir № 49486. K.: Derzhavna sluzhba intelektual'noyi vlasnosti Ukrainy. Data reyestratsiyi: 03.06.2013.
14. Berezyuk, O. V. "Vyznachennya rehresiyi koefitsiyenta ushchil'nennya tverdykh pobutovykh vidkhodiv vid vysoty polihonu na osnovi komp'yuternoyi prohramy RegAnaliz". Avtomatyzovani tekhnolohiyi ta vyrobnytstva 2 (2015): 43-45.

Березюк Олег Володимирович – докт. техн. наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, тел.: 59-82-52, e-mail: berezyukoleg@i.ua, ORCID: 0000-0002-2747-2978

Лемешев Михайло Степанович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, e-mail: mlemeshev@i.ua, ORCID: 0000-0002-6083-0378

Широбоків Віталій Леонідович – інженер - конструктор ТОВ «МБ-БУД», ORCID: 0009-0008-4429-0093.

**O. Bereziuk
M. Lemeshev
V. Shyrobokov**

DYNAMICS OF THE PRODUCTION VOLUME OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE IN THE CITY OF KIEV

Vinnytsia National Technical University

Construction and demolition waste can be widely used in construction to obtain such valuable materials: as a filler and binder for the production of concrete, dry building mixes and other building materials, for the production of building materials with protective properties against electromagnetic radiation and static of electricity, for the manufacture of anode earthing devices, etc. Therefore, the determination of the regression dependence describing the dynamics of production volumes of construction and

demolition waste in the city of Kyiv to solve the problem of solid industrial waste management is an urgent scientific and technical task. The purpose of the study is to determine with the help of regression analysis of dependence, which describes the dynamics of production volumes of construction and demolition waste in the city of Kyiv to solve the problem of solid industrial waste management. During the study, the method of regression analysis of the results of one-factor experiments and other paired dependencies was used, with the selection of the best 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 linear 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 "RegAnalyz", which is protected by a certificate of copyright registration of the work. An adequate regression dependence describing the dynamics of construction and demolition waste generation in the Vinnytsia region was obtained. A graphical dependence was constructed that describes the dynamics of production volumes of construction and demolition waste in the city of Kyiv and allows to visually illustrate this dynamic, to show a sufficient convergence of theoretical and actual results. It was established that in the city of Kyiv during 2015-2019, the mass production of construction and demolition waste grew exponentially.

Keywords: *dynamics, waste production, construction and demolition waste, industrial solid waste, regression analysis.*

Bereziuk Oleg V. – Doct. Sc. (Eng.), Associated Professor, Professor of the Department Security of Life and Pedagogic of Security, e-mail: berezyukoleg@i.ua, ORCID: 0000-0002-2747-2978

Lemeshev Mykhailo S. – Cand. Sc. (Eng.), Associated Professor, Associated Professor of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, e-mail: mlemeshev@i.ua, ORCID:0000-0002-6083-0378

Shyrobokov Vitalii – engineer-designer , ORCID: 0009-0008-4429-0093