

УДК 628.472.3; 628.4.08

**О. В. Березюк, д. т. н., доц.; Т. Б. Васенко; С. М. Горбатюк, к. б. н., доц.;
І. М. Климчук**

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЗАХВОРЮВАНОСТІ ДОРΟΣЛОГО НАСЕЛЕННЯ НА ТРАНЗИТОРНІ ІШЕМІЧНІ АТАКИ ВІД ПРОДУКТИВНОСТІ СМІТТЕСПАЛЮВАЛЬНОГО ЗАВОДУ

Димові гази сміттєспалювальних заводів є складною багатокомпонентною сумішшю із 27-ти інгредієнтів, що можуть призвести до захворювань систем дихання та кровообігу людини, зокрема транзиторних ішемічних атак. Тому визначення регресійної залежності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності, є актуальною науково-технічною задачею.

Метою дослідження є побудова за допомогою регресійного аналізу регресійної залежності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, які можуть бути використані для прогнозування показників такої захворюваності. Під час проведення дослідження використано метод регресійного аналізу результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей із вибором найбільш адекватного виду функції із шістнадцяти найпоширеніших варіантів за критерієм максимального значення коефіцієнта кореляції.

Регресія проводилась на основі лінеаризувальних перетворень, які дозволяють звести нелінійну залежність до лінійної. Визначення коефіцієнтів рівнянь регресії здійснювалась методом найменших квадратів за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz". Отримано регресійну залежність захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності. Побудовано графічну залежності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка дозволяє наочно проілюструвати цю залежність та показати достатню збіжність теоретичних результатів з фактичними. Встановлено, що поширеність захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки зростає при збільшенні продуктивності сміттєспалювального заводу за гіперболічно-експоненціальною залежністю.

Ключові слова: *сміттєспалювальний завод, тверді побутові відходи, захворюваність, транзиторні ішемічні атаки, регресійний аналіз.*

Вступ

В царині питань охорони здоров'я та безпеки навколишнього природного середовища тверді побутові відходи (ТПВ) становлять досить серйозну загрозу [1]. Щорічно на території України утворюються понад 54 млн. м³ ТПВ, переважна частина яких захоронюється на 6107 полігонах та сміттєзвалищах площею майже 7700 гектарів та лише частково переробляються або утилізуються на сміттєспалювальних заводах (2 %), на відміну від високорозвинутих країн, що відомі широким впровадженням сучасних технологій переробки та утилізації ТПВ [2]. Через здорожчання органічного палива, особливо природного газу, в Україні стає актуальнішою проблема використання ТПВ як енергетичного палива. Тому в таких розвинутих країнах, як Данія та Нідерланди поширеність сміттєспалювання складає 54,3 % і 36,6 %, відповідно [3]. Тільки протягом 1995 – 2014 рр. поширеність спалювання ТПВ у Європейського Союзу збільшилася майже в 2 рази [4]. Також утилізувати ТПВ доцільно на наявних комунальних ТЕЦ з генеруючою потужністю 12 МВт, що можуть працювати на

енергетичному паливі, що являє собою суміші ТПВ, зневоднених до 20 % відносної вологості та кам'яного вугілля з масовою часткою 16 %, із розрахунковою нижчою теплотою згорання 10,99 МДж/кг [5]. Поряд із тим термічні методи утилізації ТПВ на теперішній час набули неоднозначної оцінки у світовій практиці, оскільки робота будь-якого сміттєспалювального заводу безумовно супроводжується комплексним забрудненням атмосферного середовища. Димові гази сміттєспалювальних заводів є складною багатокомпонентною сумішшю, у складі якої ідентифіковано і кількісно визначено 27 інгредієнтів [6]. Ці компоненти можуть призвести до захворювань систем дихання та кровообігу людини [7], зокрема до церебрального інсульту та транзиторних ішемічних атак.

Постановка проблеми

Згідно із текстом Постанови Кабінету Міністрів України № 265 серед пріоритетних напрямів поводження з ТПВ в Україні є забезпечення організації контролю за наявними та закритими полігонами ТПВ для запобігання шкідливому впливу на довкілля та здоров'я людини [8]. Тому визначення регресійної залежності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності, є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Матеріали статті [9] містять регресійні моделі поширеності таких основних способів поводження з ТПВ як захоронення та спалювання. Нижча теплота згорання вологих ТПВ становить 6,285...8,38 МДж/кг, а за умови зменшення вологості ТПВ з 43 % до 20 % нижча теплота згорання ТПВ становить вже 9,14 МДж/кг, а розрахункова нижча теплота згорання суміші вугілля і ТПВ – 10,99 МДж/кг [5]. В статті [10], використовуючи запропонований вологомір [11], проведено дослідження процесів зневоднення ТПВ шнековим пресом за допомогою планування експерименту другого порядку, яке дало змогу визначити адекватні квадратичні регресійні моделі показників зневоднення від основних параметрів впливу. В роботі [12] запропоновано схему гідроприводу зневоднення та ущільнення ТПВ у сміттєвозі під час їхнього завантаження. Дослідження властивостей горіння ТПВ у нерухомому шарі [13] встановило таку залежність швидкості горіння від розміру частинок: зменшення середнього розміру частинок із 30 до 10 мм призводить до збільшення швидкості розповсюдження полум'я з 0,6 см/хв до 0,8 см/хв, що, в свою чергу, значно збільшує швидкість спалювання ТПВ, а, отже, контролює максимальну пропускну здатність відходів під час досягнення повного згорання.

В матеріалах статті [14] досліджена залежність поширеності спалювання ТПВ з утилізацією енергії в розвинутих країнах від таких факторів впливу, як густина населення країни, величина валового внутрішнього продукту на душу населення, індекс розвитку людського потенціалу, середня географічна широта країни. В роботі [15] наведено статистичні дані щодо поширеності методів спалювання ТПВ в Україні в період 2012 - 2019 років. В статті [16] встановлено, що на кількість сміттєспалювальних заводів в різних країнах, серед досліджених факторів впливу, найбільше впливає ВВП на душу населення, найменше – середня географічна широта, а індекс розвитку людського потенціалу впливає лише опосередковано за допомогою ефектів взаємодії факторів. Окрім того отримано адекватну регресійну залежність кількості сміттєспалювальних заводів у різних країнах у вигляді квадратичної регресії в логарифмічних координатах із ефектами взаємодій 1-го порядку, що може бути використана під час розробки стратегії, комплексу машин та обладнання для поводження з ТПВ.

Авторами роботи [17] виявлена тенденція до зменшення показників захворюваності, як дорослого населення в цілому так і населення працездатного віку, на церебральні інсульти та транзиторні ішемічні атаки. В статті [18] проаналізовано основні модифіковані фактори

Наукові праці ВНТУ, 2023, № 2

ризиком транзиторних ішемічних атак та/чи інсульту, наведено шляхи корекції поведінкових чинників ризику транзиторних ішемічних атак та/чи інсульту. В статті [19] визначені регресійні степеневі залежності поширеності хвороб різних класів у дорослого населення населених пунктів, прилеглих до місця видалення ТПВ від відстані до полігона, які використано для визначення безпечної відстані розміщення полігонів ТПВ від населених пунктів за показниками поширеності патології органів дихання та хвороб системи кровообігу. Однак конкретних математичних залежностей захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, в результаті аналізу відомих публікацій, авторами не виявлено.

Мета і завдання статті

Метою цієї статті є побудова за допомогою регресійного аналізу регресійної залежності захворюваності дорослого населення працездатного віку на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, які можуть бути використані для прогнозування показників такої захворюваності.

Методи і матеріали

Для визначення регресійної залежності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу використано такі методи: регресійний аналіз результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей, комп'ютерне моделювання.

Результати досліджень

У таблиці 1 наведені показники захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки в Дарницькому районі м. Києва, на території якого розташовано сміттєспалювальний завод "Енергія", визначені авторами роботи [17], в залежності від продуктивності сміттєспалювального заводу.

Таблиця 1

Показники захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки в залежності від продуктивності сміттєспалювального заводу [17]

Рік	2015	2016	2017	2018
Спалено ТПВ, тис. т [13]	256,4	259,3	245,6	206,5
Поширеність транзиторних ішемічних атак на 100 тис. населення	90,2	91,6	91,7	62,8

На основі даних таблиці 1 планувалось отримати парну регресійну залежність захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу.

Регресія проводилась на основі лінеаризувальних перетворень, які дозволяють звести нелінійну залежність до лінійної. Визначення коефіцієнтів рівнянь регресії здійснювалась методом найменших квадратів [20] за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz" [21], яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір, і детально описана в роботі [22, 23].

Програма "RegAnaliz" дозволяє проводити регресійний аналіз результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей із вибором найбільш адекватного виду функції із 16-ти найпоширеніших варіантів за критерієм максимального коефіцієнту кореляції зі збереженням результатів в форматі MS Excel та Bitmap.

Результати регресійного аналізу наведені в таблиці 2, де сірим кольором позначено комірки виду регресії з максимальним значенням коефіцієнта кореляції R .

Отже, за результатами регресійного аналізу на основі даних таблиці 1, як найбільш,

адекватну остаточно прийнято таку регресійну залежність

$$P_{TIA} = \frac{1}{0,01097 + 2,381 \cdot 10^{87} e^{-m_{\text{сп.тпв}}}} \quad [\text{вип. на 100 тис. нас.}], \quad (1)$$

де P_{TIA} – поширеність транзиторних ішемічних атак, вип. на 100 тис. нас; $m_{\text{сп.тпв}}$ – річна маса спалених ТПВ, тис. т.

На рис. 1 показано фактичну та теоретичну графічну залежність поширеності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу.

Таблиця 2

Результати регресійного аналізу залежності поширеності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R
1	$y = a + bx$	0,96480	9	$y = ax^b$	0,97097
2	$y = 1 / (a + bx)$	0,96673	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,96997
3	$y = a + b / x$	0,97451	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,96997
4	$y = x / (a + bx)$	0,86379	12	$y = a / (b + x)$	0,96673
5	$y = ab^x$	0,96585	13	$y = ax / (b + x)$	0,97625
6	$y = ae^{bx}$	0,96585	14	$y = ae^{b/x}$	0,97546
7	$y = a \cdot 10^{bx}$	0,96585	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,97546
8	$y = 1 / (a + be^{-x})$	0,99944	16	$y = a + bx^n$	0,95897

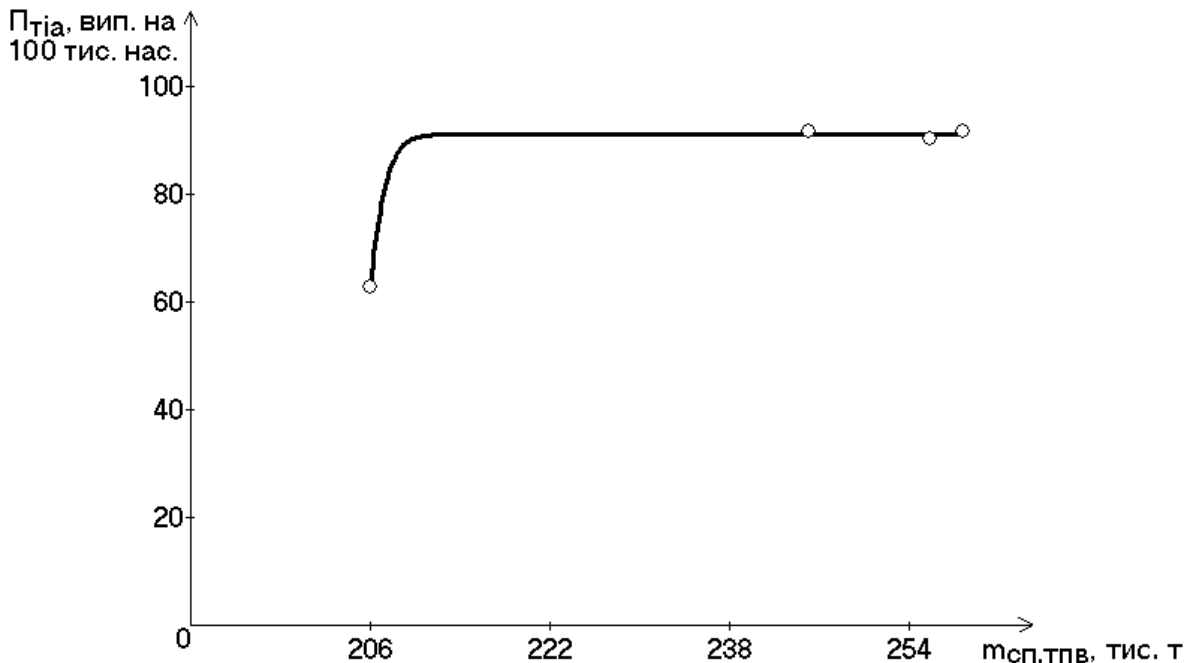


Рис. 1. Залежність поширеності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу: фактична \circ , теоретична —

Порівняння фактичних та теоретичних даних показало, що теоретична поширеність захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, розрахована за допомогою рівняння регресії (1), несуттєво відрізняються від даних, наведених в роботі [17], що підтверджує визначену раніше достатню точність отриманої залежності.

Аналіз графічної залежності на рис. 1 показав, що поширеність захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки зростає при збільшенні продуктивності

сміттєспалювального заводу за гіперболічно-експоненціальною залежністю.

Висновки

Визначено регресійну залежність поширеності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності.

Побудовано графічну залежність поширеності захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка дозволяє наочно проілюструвати цю залежність та показати достатню збіжність теоретичних результатів з фактичними.

Встановлено, що поширеність захворюваності дорослого населення на транзиторні ішемічні атаки зростає при збільшенні продуктивності сміттєспалювального заводу за гіперболічно-експоненціальною залежністю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Hamer G. Solid waste treatment and disposal : effects on public health and environmental safety / G. Hamer // *Biotechnology advances*. – 2003. – Vol. 22, № 1 – 2. – P. 71 – 79. – <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2003.08.007>.
2. Мороз О. В. Економічні аспекти вирішення екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів : монографія / О. В. Мороз, А. О. Свентух, О. Т. Свентух. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 110 с.
3. Орлова Т. А. Экологическая оценка земельных участков, занятых объектами обращения с отходами / Т. А. Орлова // *Містобудування та територіальне планування : науково-технічний збірник*. – 2006. – Вип. 25. – С. 167 - 181.
4. Березюк О. В. Динаміка поширеності методів поводження з твердими побутовими відходами в ЄС / О. В. Березюк, В. О. Краєвський, Л. Л. Березюк // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – 2020. – № 1. – С. 104-109. – <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-148-1-104-109>.
5. Рижий В. К. Утилізація твердих побутових відходів на наявних комунальних ТЕЦ / В. К. Рижий, Т. І. Римар, І. Л. Тимофеев // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. – 2011. – № 712 : Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – С. 17 – 22.
6. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферы выбросами мусоросжигательного производства и предложения по ее оздоровлению // *Информационное письмо Республиканского центра научной медицинской информации*. – К. : Укрмединформ, Вып. 4 – 1992. – 2 с.
7. Чорна В. В. Показники захворюваності і поширеності та сучасні погляди на профілактику хвороб / В. В. Чорна, С. С. Хлестова, Н. І. Гуменюк // *Вісник Вінницького національного медичного університету*. – 2020. – Т. 24, №1. – С. 158 – 164.
8. Кабінет Міністрів України. Постанова № 265 “Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами” [Електронний ресурс] 4 березня 2004. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/265-2004-%D0%BF>.
9. Березюк О. В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : науково-технічний збірник*. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2 (10). – С. 64 – 66.
10. Березюк О. В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом / О. В. Березюк // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – 2018. – № 5. – С. 18 – 24. – <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2018-140-5-18-24>.
11. Bereziuk O. V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bohachuk // *Proc. SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018*. – 2018. – Vol. 10808, № 108083G. – <http://dx.doi.org/10.1117/12.2501557>.
12. Пат. 109036 U Україна, МПК (2016.01) B65F 3/00. Гідропривід зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / Березюк О. В.; заявник та патентовласник Березюк О. В. – u201601154 ; заявл. 11.02.2016 ; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 15.
13. Shin D. The Combustion of Simulated Waste Particles in a Fixed Bed / D. Shin, S. Choi // *Combustion and Flame*. – 2000. – Vol. 121. – P. 167 – 180.
14. Березюк О. В. Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : науково-технічний збірник*. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2017. – № 2 (23). – С. 128 – 132.

15. Рахункова палата. Звіт про результати аудиту впровадження системи поводження з побутовими відходами та ефективності використання коштів державного бюджету у цій сфері [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2017/22-1_2017/Zvit_22-1_2017.pdf.
16. Березюк О. В. Регресія кількості сміттєспалювальних заводів / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сборник научных трудов SWorld. – 2015. – Выпуск 1 (38). Том 2. Технические науки. – С. 63 – 66.
17. Прокопів М. М. Захворюваність населення м. Києва на церебральні інсульти / М. М. Прокопів, Г. О. Слабкий // The XXIII th International scientific and practical conference «Theoretical and Practical Foundations of Social Process Management», 29-30 June 2020, San Francisco, USA. – 2020. – С. 262 – 267. – DOI:10.46299/ISG.2020.XXIII.
18. Фартушна О. Є. Модифікація поведінкових чинників ризику як складова первинної профілактики транзиторних ішемічних атак та/чи інсульту / О. Є. Фартушна, С. М. Віничук // Український медичний часопис. – 2014. – Т. 6. – № 104. – С. 42 – 44.
19. Залежність поширеності хвороб від відстані між населеним пунктом і полігоном твердих побутових відходів / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2020. – № 4. – Режим доступу до журналу: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/618/580>.
20. Михалевич В. М. Математичні системи комп'ютерної алгебри як засіб підвищення ефективності і якості освітнього процесу з вищої математики / В. М. Михалевич, О. І. Шевчук, Н. Л. Буга // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми // Зб. наук. прац. – Випуск 14 / Редкол. : І. А. Зязюн (голова) та ін. – Київ-Вінниця : ДОВ «Вінниця», 2007. – С. 357 - 360.
21. Березюк О. В. Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz") / О. В. Березюк // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 49486. – К.: Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 03.06.2013.
22. Березюк О. В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми "RegAnaliz" / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 1. – С. 40 – 45.
23. Березюк О. В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы "RegAnaliz" / О. В. Березюк // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 2 (8). – С. 43 – 45.

Стаття надійшла до редакції 06.03.2023.

Стаття пройшла рецензування 20.03.2023.

Березюк Олег Володимирович – д. т. н., доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки.

Вінницький національний технічний університет.

Васенко Тетяна Борисівна – асистент кафедри медичної біології.

Горбатюк Світлана Михайлівна – к. б. н., доцент, доцент кафедри медичної біології.

Климчук Ірина Миколаївна – асистент кафедри медичної біології.

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова.