

УДК 628.472.3; 628.4.08

**О. В. Березюк, д. т. н., доц.; С. М. Горбатюк, к. б. н., доц.;
Л. С. Гудзевич, к. б. н., доц.; Т. І. Шевчук, к. мед. н., доц.**

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЗАГАЛЬНОЇ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НАСЕЛЕННЯ НА АЛЕРГІЧНИЙ РИНИТ ВІД ПРОДУКТИВНОСТІ СМІТТЄСПАЛЮВАЛЬНОГО ЗАВОДУ

Захворювання на алергічний риніт можуть бути викликані забрудненням навколишнього середовища, зокрема, димовими газами сміттєспалювальних заводів, які є складною 27-компонентною сумішшю. Тому визначення регресійної залежності показників загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу, що може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності, є актуальною науково-технічною задачею.

Метою дослідження є побудова за допомогою регресійного аналізу регресійної залежності показників загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка може бути використана 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 поширеності загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності. Побудовано графічну залежність поширеності загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка дозволяє наочно проілюструвати цю залежність та показати достатню збіжність теоретичних результатів з фактичними. Встановлено, що поширеність загальної захворюваності населення на алергічний риніт зростає при збільшенні продуктивності сміттєспалювального заводу за степеневою залежністю.

Ключові слова: *сміттєспалювальний завод, тверді побутові відходи, показники захворюваності, алергічний риніт, регресійний аналіз.*

Вступ

Безпеці навколишнього природного середовища та охороні здоров'я серйозну загрозу становлять тверді побутові відходи (ТПВ) [1]. Щорічно на території нашої держави утворюються більше ніж 54 млн. м³ ТПВ, основна частина яких захоронюється на 6107 полігонах та сміттєзвалищах площею майже 7700 га та лише частково переробляються або утилізуються на сміттєспалювальних заводах (2 %), на відміну від високорозвинутих країн, відомих широким впровадженням сучасних технологій переробки та утилізації ТПВ [2]. У зв'язку з подорожчанням органічного палива, особливо природного газу, в Україні стає актуальнішою проблема використання ТПВ як енергетичного палива. В таких розвинутих країнах, як Данія та Нідерланди поширеність сміттєспалювання складає 54,3 % і 36,6 %, відповідно [3]. Тільки за період протягом 1995 – 2014 рр. поширеність спалювання ТПВ у країнах ЄС збільшилася майже вдвічі [4]. Поряд із тим утилізувати ТПВ доцільно на наявних комунальних ТЕЦ з генеруючою потужністю 12 МВт, що можуть працювати на

енергетичному паливі (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]. На сьогодні термічні методи утилізації ТПВ набули неоднозначної оцінки у світовій практиці, оскільки технологічний процес будь-якого сміттєспалювального заводу безумовно супроводжується комплексним забрудненням атмосферного середовища. Димові гази сміттєспалювальних заводів являють собою складну багатокомпонентну суміш, у складі якої ідентифіковано і кількісно визначено 27 інгредієнтів [6], що можуть призвести до захворювань органів дихання [7], зокрема на алергічний риніт.

Постановка проблеми

Згідно з текстом Постанови Кабінету Міністрів України № 265 серед пріоритетних напрямів поведінки 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 показників загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності, є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У матеріалах статті [8] запропоновані регресійні моделі поширеності таких способів поведінки з ТПВ як захоронення та спалювання. Згідно даних, опублікованих в роботі [5], нижча теплота згорання ТПВ становить 6,285...8,38 МДж/кг, а за умови зменшення вологості ТПВ з 43 % до 20 % нижча теплота згорання ТПВ становить 9,14 МДж/кг, розрахункова нижча теплота згорання суміші вугілля і ТПВ – 10,99 МДж/кг. В роботі [9] за допомогою запропонованого вологоміра [10] 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 [11] запатентовано схему гідроприводу зневоднення та ущільнення ТПВ під час їхнього завантаження у сміттєвоз.

Дослідження властивостей горіння ТПВ у нерухомому шарі [12] встановило, що 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 і, отже, контролює максимальну пропускну здатність відходів при досягненні повного згорання.

У статті [13] 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 [14] наведено статистичні дані щодо поширеності методів спалювання ТПВ в Україні в 2012 – 2019 роки.

Авторами статті [15] встановлено, що на кількість сміттєспалювальних заводів в різних країнах найбільше впливає ВВП на душу населення, а найменше – середня географічна широта, а індекс розвитку людського потенціалу впливає лише опосередковано за допомогою ефектів взаємодії факторів. Також отримано адекватну регресійну залежність кількості сміттєспалювальних заводів у різних країнах у вигляді квадратичної регресії в логарифмічних координатах із ефектами взаємодій 1-го порядку, яка може бути використана під час розробки стратегії, комплексу машин та обладнання для поведінки з ТПВ.

У роботі [16] виявлено тенденцію до зменшення показників захворюваності, як дорослого населення в цілому так і населення працездатного віку, на церебральні інсульти. В статті [17] визначено регресійну залежність поширеності захворюваності населення працездатного віку на церебральний інсульт від продуктивності сміттєспалювального заводу. У роботі [18]

визначено регресійні степеневі залежності поширеності хвороб різних класів у дорослого населення населених пунктів, прилеглих до місця видалення ТПВ від відстані до полігона, які використані для визначення безпечної відстані розміщення полігонів ТПВ від населених пунктів за показниками поширеності патології органів дихання та хвороб системи кровообігу.

Автор статті [19] зазначає, що серед хвороб органів дихання особливу увагу слід звернути на індикаторну патологію високого ступеню залежності від факторів навколишнього середовища, зокрема алергічні захворювання (алергічний риніт, бронхіальна астма). У роботі [20] проведені дослідження з визначення особливостей перебігу хронічного риніту на фоні дії несприятливих факторів забруднення навколишнього середовища. В статті [21] виявлено сильний прямий кореляційний зв'язок між ступенем забруднення повітря пилом і загальним рівнем захворюваності дорослого населення на бронхіальну астму ($R = 0,88$), системи кровообігу ($R = 0,91$), ішемічні хвороби серця ($R = 0,89$), на алергічний риніт ($R = 0,72$).

У матеріалах роботи [22], зокрема, наведено показники загальної захворюваності населення в різні роки на алергічний риніт в Дарницькому адміністративному районі м. Києва, на території якого розташовано сміттєспалювальний завод "Енергія". Однак конкретних математичних залежностей показників загальної захворюваності населення на алергічний риніт 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 показників загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу, які можуть бути використані для прогнозування показників такої захворюваності.

Методи і матеріали

Для визначення регресійної залежності показників загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу використано такі методи: регресійний аналіз результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей, комп'ютерне моделювання.

Результати досліджень

На основі показників загальної захворюваності населення в різні роки на алергічний риніт в Дарницькому адміністративному районі м. Києва, на території якого розташовано сміттєспалювальний завод "Енергія", визначених авторами роботи [22], планувалось отримати парну регресійну залежність показників загальної захворюваності населення на алергічний риніт 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 [23] за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz" [24], яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір, і детально описана в роботі [25, 26].

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

Результати регресійного аналізу наведені в таблиці 1, де сірим кольором позначено комірку з максимальним значенням коефіцієнта кореляції R .

Таблиця 1

Результати регресійного аналізу залежності поширеності загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R
1	$y = a + bx$	0,99428	9	$y = ax^b$	0,98794
2	$y = 1 / (a + bx)$	0,99719	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,98518
3	$y = a + b / x$	0,97169	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,98518
4	$y = x / (a + bx)$	0,99722	12	$y = a / (b + x)$	0,99719
5	$y = ab^x$	0,99587	13	$y = ax / (b + x)$	0,97920
6	$y = ae^{bx}$	0,99587	14	$y = ae^{b/x}$	0,97556
7	$y = a \cdot 10^{bx}$	0,99587	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,97556
8	$y = 1 / (a + be^{-x})$	0,84788	16	$y = a + bx^n$	0,99896

Отже, за результатами регресійного аналізу на основі даних таблиці 1, як найбільш, адекватну остаточно прийнято таку регресійну залежність

$$P_{AP} = 39,14 + 7,778 \cdot 10^{-6} m_{\text{сп.тпв}}^{2,5} \text{ [вип. на 10 тис. нас.],} \quad (1)$$

де P_{AP} – поширеність загальної захворюваності населення на алергічний риніт, вип. на 10 тис. населення; $m_{\text{сп.тпв}}$ – річна маса спалених ТПВ, тис. т.

На рис. 1 показані фактичну та теоретичну графічну залежність поширеності загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу.

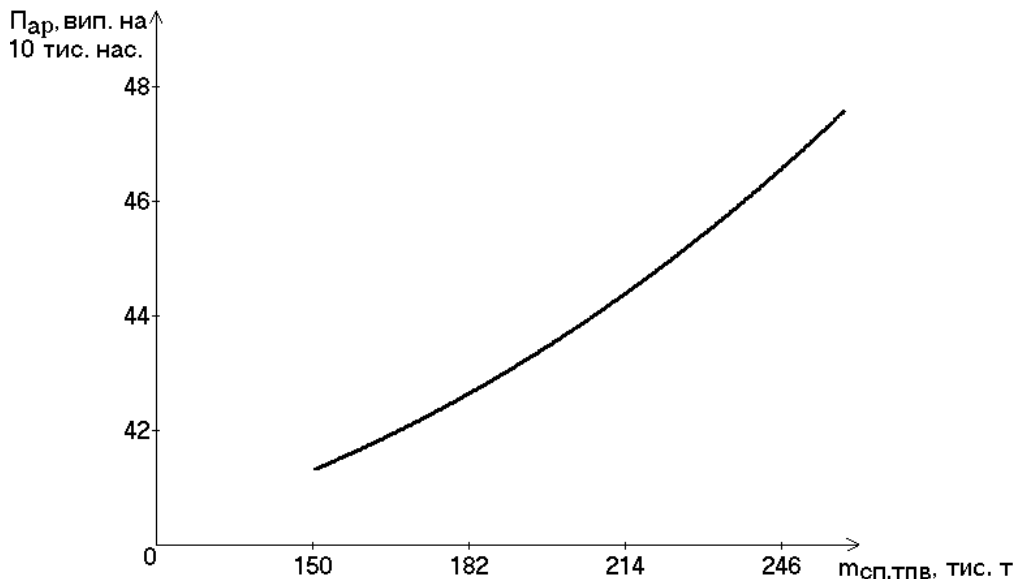


Рис. 1. Залежність поширеності загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу

Порівняння фактичних та теоретичних даних показало, що теоретична поширеність загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу, розрахована за допомогою рівняння регресії (1), несуттєво відрізняються від даних, наведених в роботі [22], що підтверджує визначену раніше достатню точність отриманої залежності.

Аналіз графічної залежності на рис. 1 показав, що поширеність загальної захворюваності населення на алергічний риніт зростає при збільшенні продуктивності сміттєспалювального заводу за степеневою залежністю.

Висновки

Визначено регресійну залежність поширеності загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності.

Побудовано графічну залежність поширеності загальної захворюваності населення на алергічний риніт від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка дозволяє наочно проілюструвати цю залежність та показати достатню збіжність теоретичних результатів з фактичними.

Встановлено, що поширеність загальної захворюваності населення на алергічний риніт зростає при збільшенні продуктивності сміттєспалювального заводу за степеневу 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, 1992. – Вып. 4. – 2 с.
7. Гудзевич Л. С. Показники зовнішнього дихання у здорових міських підлітків з різним соматотипом / Л. С. Гудзевич // *Вісник морфології*. – 2003. – № 9 (1). – С. 135 – 138.
8. 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.
9. 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>.
10. 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>.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Прокопів М. М. Захворюваність населення м. Києва на церебральні інсульти / М. М. Прокопів, *Наукові праці ВНТУ*, 2023, № 3

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.

17. Залежність показників захворюваності населення працездатного віку на церебральний інсульт від продуктивності сміттєспалювального заводу / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, І. М. Климчук, Т. І. Шевчук // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2021. – № 4. – Режим доступу до журналу: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/641/602>.

18. 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>.

19. Торонченко О. М. Екологічно залежна патологія в оцінюванні стану навколишнього середовища Полтавської області / Торонченко О. М. // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2012. – № 6 (77). – С. 97 – 102.

20. Тарасюк П. М. Клініко-морфологічні прояви патоморфозу хронічного риніту : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.19 / Тарасюк Петро Миколайович. – Київ, 2015. – 152 с.

21. Стахів І. Р. Вплив забруднення повітряного середовища на стан здоров'я населення за 2001 – 2010 рр. / І. Р. Стахів // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики : Зб. наук. праць. – 2013. – С. 126 – 132.

22. Звіт з оцінки впливу на довкілля планової діяльності за проектом «Технічне переоснащення СП «Завод Енергія» КП «Київтеплоенерго» на вул. Колекторній, 44 у Дарницькому районі м. Києва в частині системи очищення димових газів» № 20191164781. – К. : Комунальне підприємство «Дирекція з капітального будівництва та реконструкції «Київбудреконструкція», 2019. – 330 с.

23. 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. – Київ-Вінниця : ДОВ «Вінниця», 2007. – С. 357 – 360.

24. 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.

25. 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.

26. 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 22.09.2023.

Стаття пройшла рецензування 27.09.2023.

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

Вінницький національний технічний університет.

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

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

Гудзевич Людмила Сергіївна – к. б. н., доцент, доцент кафедри біології.

Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського.

Шевчук Тетяна Ігорівна – к. мед. н., доцент, доцент кафедри медичної біології.

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