

**О. В. Березюк, д-р техн. наук, доц.; С. М. Горбатюк, канд. біол. наук, доц.;**  
**Т. І. Шевчук, канд. мед. наук, доц.; І. В. Хлєстова**

## **ЗАЛЕЖНІСТЬ ЗАГАЛЬНОЇ ЗАХВОРЮВАНОСТІ ЛЮДЕЙ НА БРОНХІАЛЬНУ АСТМУ ВІД РІЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СМІТТЄСПАЛЮВАЛЬНОГО ЗАВОДУ**

*Бронхіальна астма може бути викликана забрудненням навколишнього середовища, зокрема, димовими газами сміттєспалювальних заводів, що становить складну 27-компонентну суміш. Тому визначення регресійної залежності показників загальної захворюваності населення на бронхіальну астму 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 бронхіальну астму 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 бронхіальну астму від продуктивності сміттєспалювального заводу, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності. Побудовано графічну залежність поширеності загальної захворюваності населення на бронхіальну астму 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 бронхіальну астму зростає при збільшенні продуктивності сміттєспалювального заводу за гіперболічною залежністю.*

**Ключові слова:** сміттєспалювальний завод, тверді побутові відходи, показники захворюваності, бронхіальна астма, регресійний аналіз.

### **Вступ**

Тверді побутові відходи (ТПВ) утворюють серйозну загрозу рівню безпеки навколишнього природного середовища та здоров'ю населення [1]. Щорічно на території нашої країни утворюються більше ніж 54 млн. м<sup>3</sup> ТПВ, основна частина яких захоронюється на 6107 полігонах та сміттєзвалищах, що займають площу майже 7700 га та лише частково переробляються або утилізуються на сміттєспалювальних заводах (2 %), на відміну від високорозвинутих країн, які відомі широким впровадженням сучасних технологій переробки та утилізації ТПВ [2]. Через подорожчання 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]. В той же час утилізувати ТПВ доцільно на наявних комунальних ТЕЦ [5] 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 [6]. 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 становлять складну багатокомпонентну суміш, у складі якої ідентифіковано і кількісно визначено 27 інгредієнтів [7], що можуть призвести до захворювань органів дихання [8 – 10], зокрема на бронхіальну астму.

### Постановка проблеми

Відповідно до Постанови Кабміну України № 265 серед пріоритетних напрямів поведження з ТПВ в Україні є забезпечення організації контролю за наявними та закритими полігонами ТПВ для запобігання шкідливому впливу на довкілля та здоров'я людини [11]. Тому визначення регресійної залежності показників загальної захворюваності населення на бронхіальну астму від продуктивності сміттєспалювального заводу, що може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності, є актуальною науково-технічною задачею.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

В роботі [12] запропоновані регресійні моделі поширеності таких способів поведження з ТПВ як захоронення та спалювання. Відповідно до даних, опублікованих у матеріалах статті [6], 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 [13] з використанням запропонованого вологоміра [14] 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 [15] запатентовано схему гідроприводу зневоднення та ущільнення ТПВ під час їхнього завантаження у кузов сміттєвоза.

Проведене дослідження властивостей горіння ТПВ у нерухомому шарі [16] 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 матеріалах статті [17] 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 [18] наведено статистичні дані щодо поширеності методів спалювання ТПВ в Україні в 2012 – 2019 рр.

В роботі [19] 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, а 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 поведження з ТПВ.

Авторами роботи [20] виявлено тенденцію до зменшення показників захворюваності, як дорослого населення в цілому так і населення працездатного віку, на церебральні інсульти, а в статті [21] визначено регресійну залежність поширеності захворюваності населення працездатного віку на церебральний інсульт від продуктивності сміттєспалювального заводу. У роботі [22] визначено регресійну степеневу залежність поширеності хвороб органів дихання 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.

В статті [23] зазначено, 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 матеріалах роботи [24] простежується чіткий взаємозв'язок між динамікою захворюваності на бронхіальну астму та рівнем техногенного навантаження атмосферного повітря основними промисловими забруднювачами, оскільки піки викидів забруднювальних речовин та зростання захворюваності збігаються у часі. У роботі [25] вивчено кореляційний зв'язок між захворюваністю на бронхіальну астму дитячого населення м. Хмельницького і забрудненістю атмосферного повітря за 2006 - 2010 рр. Між цими показниками встановлено середній кореляційний зв'язок ( $R = 0,45$ ) в період 2006 – 2010 рр. і сильний зв'язок ( $R = 0,89$ ) – за 2008 – 2010 рр. В матеріалах статті [26] 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 ( $R = 0,72$ ).

В роботі [27], зокрема, наведено показники загальної захворюваності населення в різні роки на бронхіальну астму в Дарницькому адміністративному районі м. Києва, на території якого знаходиться сміттєспалювальний завод “Енергія”. Однак конкретних математичних залежностей показників загальної захворюваності населення на бронхіальну астму 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 бронхіальну астму 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 бронхіальну астму 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 загальної захворюваності населення в різні роки на бронхіальну астму в Дарницькому адміністративному районі м. Києва, на території якого знаходиться сміттєспалювальний завод “Енергія”, визначені авторами робіт [27, 28], в залежності від продуктивності сміттєспалювального заводу.

На основі даних таблиці 1 планувалось отримати парну регресійну залежність показників загальної захворюваності населення на бронхіальну астму 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 [29] за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz" [30], яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір, і детально описана в роботі [31, 32].

Таблиця 1

**Показники загальної захворюваності населення на бронхіальну астму в залежності від продуктивності сміттєспалювального заводу [27, 28]**

Рік	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2019	2021	2022
Спалено ТПВ, тис. т [18]	252,5	150,5	152,8	256,4	259,3	245,6	199,5	110,9	129,8
Поширеність загальної захворюваності населення на бронхіальну астму на 10 тис. населення	80,2	79,6	79	80,7	80,9	80,8	79,8	78,6	78,9

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 із збереженням результатів в форматі MS Excel та Vitmap.

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

Таблиця 2

**Результати регресійного аналізу залежності поширеності загальної захворюваності населення на бронхіальну астму від продуктивності сміттєспалювального заводу**

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R
1	$y = a + bx$	0,95730	9	$y = ax^b$	0,95489
2	$y = 1 / (a + bx)$	0,95767	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,95442
3	$y = a + b / x$	0,94135	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,95442
4	$y = x / (a + bx)$	0,99992	12	$y = a / (b + x)$	0,95767
5	$y = ab^x$	0,95749	13	$y = ax / (b + x)$	0,94289
6	$y = ae^{bx}$	0,95749	14	$y = ae^{b/x}$	0,94213
7	$y = a \cdot 10^{bx}$	0,95749	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,94213
8	$y = 1 / (a + be^{-x})$	0,53370	16	$y = a + bx^n$	0,95313

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

$$P_{БА} = \frac{m_{сп.тпв}}{0,07256 + 0,01212m_{сп.тпв}} \text{ [вип. на 10 тис. нас.],} \quad (1)$$

де  $P_{БА}$  – поширеність загальної захворюваності населення на бронхіальну астму, вип. на 10 тис. нас;  $m_{сп.тпв}$  – річна маса спалених ТПВ, тис. т.

На рис. 1 показано фактичну та теоретичну графічну залежність поширеності загальної захворюваності населення на бронхіальну астму від продуктивності сміттєспалювального заводу.

Порівняння фактичних та теоретичних даних показало, що теоретична поширеність загальної захворюваності населення на бронхіальну астму від продуктивності сміттєспалювального заводу, розрахована за допомогою рівняння регресії (1), несуттєво відрізняється від даних, наведених в роботах [27, 28], що підтверджує визначену раніше достатню точність отриманої залежності.

Аналіз графічної залежності на рис. 1 показав, що поширеність загальної захворюваності населення на бронхіальну астму зростає при збільшенні продуктивності сміттєспалювального заводу за гіперболічною залежністю.

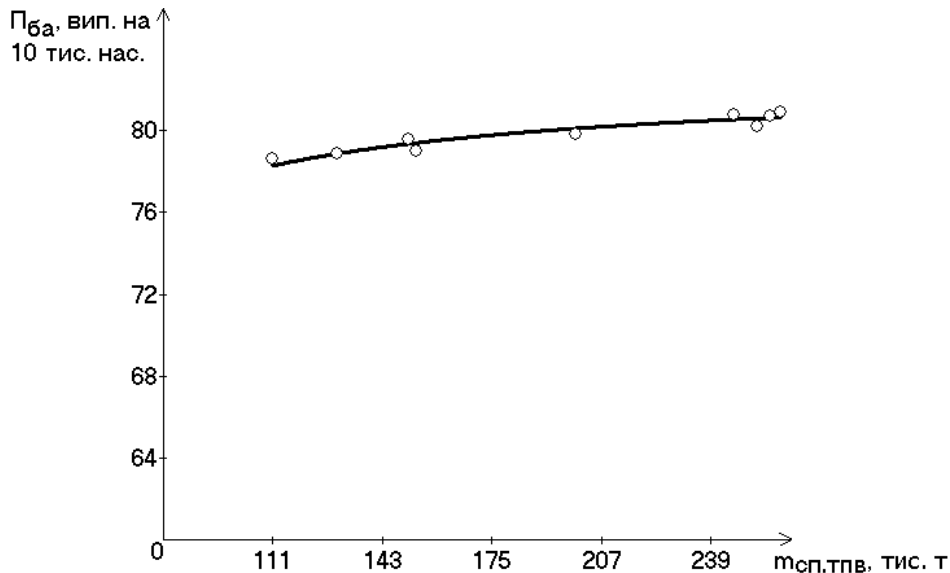


Рис. 1. Залежність поширеності загальної захворюваності населення на бронхіальну астму від продуктивності сміттєспалювального заводу: фактична  $\circ$ , теоретична —

### Висновки

Визначено регресійну залежність поширеності загальної захворюваності населення на бронхіальну астму від продуктивності сміттєспалювального заводу, що може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності.

Побудовано графічну залежність поширеності загальної захворюваності населення на бронхіальну астму 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 бронхіальну астму зростає при збільшенні продуктивності сміттєспалювального заводу за гіперболічною 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. Ковальський В. П. Методы активации золы уноса ТЭС / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. – 2014. – № 10. – С. 47 – 49.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

9. Гудзевич Л. С. Показники зовнішнього дихання у здорових міських підлітків з різним соматотипом / Л. С. Гудзевич // Вісник морфології. – 2003. – № 9 (1). – С. 135 – 138.
10. Шевчук Т. І. Антропогенна зміна довкілля як фактор поширення паразитарних захворювань людини / Т. І. Шевчук, В. М. Шакарупа, С. С. Хлестова // Довкілля і здоров'я : Матеріали наук.-практ. конф., Тернопіль, 27-28 квіт. 2017 р. – Тернопіль, 2017. – С. 220 – 222.
11. 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>.
12. 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 – 6.
13. 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>.
14. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 [Electronic resource] / 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. – Access mode : <http://dx.doi.org/10.1117/12.2501557>.
15. 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 О. В. Березюк. – u201601154 ; заявл. 11.02.2016. ; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 15.
16. 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.
17. 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.
18. 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](http://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2017/22-1_2017/Zvit_22-1_2017.pdf).
19. 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.
20. 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.
21. 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>.
22. The dependence of respiratory diseases incidence indicators on municipal solid waste management / O. Bereziuk, S. Horbatiuk, S. Khliestova [et al.] // Innovative ways of improving medicine, psychology and biology : collective monograph / Khrebtii H. – etc. – International Science Group. – Boston (USA) : Primedia eLaunch, 2023. – P. 124 – 131. – DOI: 10.46299/ISG.2023.MONO.MED.2.4.1.
23. Торонченко О. М. Екологічно залежна патологія в оцінюванні стану навколишнього середовища Полтавської області / О. М. Торонченко // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2012. – № 6 (77). – С. 97 – 102.
24. Аналіз поширеності і захворюваності на бронхіальну астму та стану атмосферного повітря в Одеському регіоні протягом 2006-2016 років / О. І. Сандул, В. І. Величко, Г. О. Данильчук [та ін.] // Здобутки клінічної і експериментальної медицини. – 2018. – № 2. – С. 97 – 106.
25. Троян Л. В. Вплив факторів навколишнього середовища на захворюваність бронхіальною астмою дітей м. Хмельницького / Л. В.Троян // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія Біологія. – Тернопіль, 2011. – Вип. 3 (48). – С. 97 – 103.
26. 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.
27. 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.
28. Статистичні звіти [Електронний ресурс]. – К. : Київський міський науковий інформаційно-аналітичний центр медичної статистики. – Режим доступу: <https://medstat.kiev.ua/statistichni-zviti/>.

29. Михалеви́ч В. М. Математичні системи комп'ютерної алгебри як засіб підвищення ефективності і якості освітнього процесу з вищої математики / В. М. Михалеви́ч, 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.

30. Березюк О. В. Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz") / О. В. Березюк // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486. – К.: Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 03.06.2013.

31. 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.

32. 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.

Стаття надійшла до редакції 23.01.2024.

Стаття пройшла рецензування 28.02.2024.

**Березюк Олег Володимирович** – д-р техн. наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, e-mail: [berezukoleg@i.ua](mailto:berezyukoleg@i.ua).

Вінницький національний технічний університет.

**Горбатюк Світлана Михайлівна** – канд. біол. наук, доцент, доцент кафедри медичної біології.

**Шевчук Тетяна Ігорівна** – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедри медичної біології.

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

**Хлестова Ірина Валентинівна** – лікар-інтерн терапевт поліекспертного відділення.

Науково-дослідний інститут реабілітації осіб з інвалідністю, м. Вінниця.