

УДК 502.3:504.5; 616-006

О. В. Березюк, д-р техн. наук, доц.; Л. С. Гудзевич, канд. біол. наук, доц.;
С. Ю. Нестерова, канд. біол. наук, доц.; І. О. Степаненко

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НАСЕЛЕННЯ М. КИЇВ НА ЗЛОЯКІСНІ НОВОУТВОРЕННЯ ШКІРИ ВІД МАСИ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Об'єктом дослідження у роботі є захворюваність населення м. Київ на злоякісні новоутворення шкіри. Всесвітня організація охорони здоров'я встановила, що питома вага злоякісних новоутворень шкіри у структурі смертності від усіх онкодерматологічних хвороб сягає 80 % випадків смертей. При цьому захворюваність на злоякісні новоутворення шкіри тією чи іншою мірою залежать від якості повітря. Тому визначення регресійної залежності поширеності захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності є актуальною науково-технічною задачею. Метою дослідження є побудова за допомогою регресійного аналізу регресійної залежності поширеності захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, 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 захворюваності населення м. Київ на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності. Побудовано графічну залежність поширеності захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, яка дозволяє наочно проілюструвати цю залежність та показати достатню збіжність теоретичних результатів з фактичними. Встановлено, що поширеність захворюваності населення м. Київ на злоякісні новоутворення шкіри зростає при збільшенні маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря за гіперболічною залежністю.

Ключові слова: викиди забруднювальних речовин, атмосферне повітря, показники захворюваності, поширеність хвороб, захворюваність населення, злоякісні новоутворення шкіри, регресійний аналіз.

Вступ

Забруднення атмосферного повітря в промислових регіонах України становить серйозну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я населення тому, що численні епідеміологічні дослідження виявили зв'язок між забрудненням повітря та широким спектром несприятливих впливів на здоров'я населення. Також викиди пилових речовин значно погіршують екологічний стан довкілля, викликають передчасну спрацьованість промислового обладнання та об'єктів житлово-комунального господарства [1]. Особливий інтерес, з точки зору санітарно-епідеміологічного благополуччя населення, становлять ризики для здоров'я, пов'язані з дрібнодисперсними частинками діаметром менше 10 і 2,5 мкм, як здатні проникати глибоко в легені, однак частки діаметром менше 2,5 мкм можуть потрапляти навіть в кровотік,

що в першу чергу призводить до захворювання серцево-судинної і дихальної систем [2 – 5], а також завдає шкоди іншим органам. Різні соціальні групи такі, як люди похилого віку, вагітні жінки, діти та люди з захворюваннями на астму можуть мати більш серйозні наслідки для здоров'я від впливу забрудненого атмосферного повітря. Основним джерелом забруднення атмосферного повітря є спалювання палива в різних секторах економіки, включаючи транспорт, енергетику, промисловість, будівництво [6 – 9], комунальне і сільське господарство, а також у побуті.

Постановка проблеми

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) встановила, що у країнах Європи щорічно виявляють 3,7 млн. нових випадків захворювань на рак. Злоякісні новоутворення є другою за величиною причиною смертності в Європі, які зумовлюють щорічно майже 2 млн. втрат людських життів. У структурі захворюваності населення на рак онкодерматологічна патологія посідає значне місце і часто характеризується агресивним та непередбачуваним перебігом. Серед окремих її форм особливою агресивністю відзначається меланома, на яку припадає 3 – 5 % від усіх первинних захворювань на рак шкіри. Її питома вага у структурі смертності від усіх онкодерматологічних хвороб сягає 80 % випадків смертей. При цьому захворюваність на злоякісні новоутворення шкіри тією чи іншою мірою залежать від якості повітря [10]. Тому визначення регресійної залежності поширеності захворюваності населення м. Київ на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У матеріалах наукових робіт [11 – 13], зазначено, що одним з найбільш небезпечних з усієї номенклатури забруднювальних речовин атмосферного повітря є дрібнодисперсний пил з діаметром частинок до 10 мкм. Такий пил являє собою тверді частинки, які можуть тривалий час знаходитися в завислому стані в повітрі, недостатньо ефективно вловлюється існуючими апаратами очистки і поширюється в атмосферному повітрі на значні відстані [14].

Відповідно до рекомендацій ВООЗ, в країнах ЄС встановлені межі порогового впливу для дрібнодисперсного пилу діаметром менше 10 мкм. Для середньодобової концентрації не допускається перевищення порогового рівня 50 мкг/м³ більш ніж 35 разів протягом року, середньорічна концентрація не повинна перевищувати рівня в 40 мкг/м³ [15]. Однак в країнах Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії моніторинг зважених часток з діаметром менше 10 мкм дуже обмежений: лише невелика кількість станцій моніторингу наявна у Білорусі та Узбекистані (Ташкент, Нукус), а в Україні, взагалі – відсутні [16].

Атмосферне повітря населених пунктів містить великі обсяги дрібнодисперсного пилу, що складається з сажі, цементної крихти та інших дрібнодисперсних частинок, які чинять подразнюючу, фіброгенну, алергенну та токсичну дію на організм людини. Характер впливу залежить від фізико-хімічних властивостей часток пилу таких, як форма, розчинність, ступінь твердості, хімічний склад. Хімічну активність пилу відносно до організму людини визначає його питома площа поверхні [15].

У науковій статті [1] розглядаються основні джерела забруднення атмосферного повітря, вплив шкідливих викидів на здоров'я населення та результати експериментальних досліджень розроблених пиловловлювачів. Зокрема зазначено, що комплексне розв'язання еколого-гігієнічних проблем дозволить цілеспрямовано керувати оздоровленням довкілля та зміцненням здоров'я населення.

У статті [18] проаналізовано вплив забруднення атмосфери на рівень захворюваності населення Сумської області. З'ясовано наслідки впливу різних забруднюючих речовин на здоров'я населення. Досліджено динаміку захворюваності на онкологічні хвороби у регіоні. Розраховано середньорічний об'єм викидів забруднюючих речовин у розрізі районів Сумської

області та щільність викидів в атмосферу. Визначено рейтинг районів за рівнем захворюваності та здійснено кореляційний аналіз залежності онкологічних захворювань від забруднення атмосферного повітря.

Токсичні дрібнодисперсні пилові викиди під дією сонячних променів і озону можуть утворювати в атмосфері нові, ще більш токсичні сполуки. При цьому атмосферна турбулентність і вітер не завжди встигають видаляти з повітряного басейну підприємств зростаючі в зв'язку з інтенсифікацією виробництва пилові викиди [19].

В статті [20] запропоновано удосконалену математичну модель концентрацій забруднювальних речовин у фільтраті полігонів твердих побутових відходів (ТПВ), а в роботі [21] удосконалення зазнала математична модель питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів ТПВ від забруднення важкими металами. У матеріалах роботи [22] проведено визначення регресійної гіперболічної залежності концентрації бенз[а]пірену в ґрунтах полігону ТПВ від глибини вимірювання, за допомогою якої визначено, що небезпечна глибина хімічного забруднення бенз[а]піреном ґрунтів полігону твердих побутових відходів складає 152 мм. В матеріалах статті [23] запропоновано регресійну залежність концентрації нафтопродуктів в ґрунтах від відстані до полігону ТПВ, яка дала змогу визначити, що безпечна відстань розміщення полігонів ТПВ від земель сільськогосподарського призначення за показником рівня хімічного забруднення ґрунтів нафтопродуктами складає 66 м. В роботі [24] визначено регресійну залежність концентрації свинцю в ґрунтах від відстані до полігону ТПВ, за допомогою якої визначено, що відстань від полігону ТПВ, на якій забруднення ґрунту свинцем не перевищує фоновий рівень (межа зони слабого забруднення), становить 526 м. Схема вимірювача концентрації вибухонебезпечних газів у повітрі запропонована в науковій праці [25].

Матеріали наукової статті [26] присвячені визначенню регресійних степеневих залежностей поширеності хвороб різних класів у дорослого населення населених пунктів, прилеглих до місця видалення ТПВ від відстані до полігону, які використані для визначення безпечної відстані розміщення полігонів ТПВ від населених пунктів за показниками поширеності хвороб системи кровообігу та патології органів дихання.

Авторами роботи [27] математично доведено негативний вплив дрібнодисперсного пилу в атмосферному повітрі на стан здоров'я людини, а також встановлено, що серед видів пилу який надходить в атмосферне повітря від антропогенних джерел викидів, найбільш небезпечним видом пилу для людини є пил, що містить тверді частинки розміром від 2,5 до 10 мкм. Запропоновано двофакторні лінійні математичні моделі захворюваності хворобами системи кровообігу, кожна з яких враховує вплив викидів дрібнодисперсного пилу лише загального обсягу або лише певної дисперсності.

За результатами медико-статистичного дослідження [10] встановлено негативну тенденцію до зростання частоти захворювань населення на рак шкіри впродовж 2000 – 2019 рр. на 24,0 % при збільшенні захворюваності на онкологічну патологію в цілому на 10,6 %. Приріст захворюваності на меланому становив 77,3 %.

В роботі [28], зокрема, наведено показники захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри м. Києва в різні роки, а в роботі [29] наведено статистичні дані щодо річної маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря в м. Києві.

Однак конкретних математичних залежностей поширеності захворюваності населення м. Києва на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, в результаті аналізу відомих публікацій, авторами не виявлено.

Мета і завдання статті

Метою цієї статті є побудова за допомогою регресійного аналізу регресійної залежності поширеності захворюваності населення м. Київ на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, яка може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності.

Методи і матеріали

Для визначення регресійної залежності поширеності захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря використано такі методи: регресійний аналіз результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей, комп'ютерне моделювання.

Результати досліджень

У таблиці 1 наведені показники захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри м. Києва в різні роки, визначені в роботі [28], в залежності від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря [29].

Таблиця 1

Показники захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри м. Києва в залежності від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря [28, 29]

Рік	2010	2012	2013	2014	2015	2016
Маса викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, тис. т	227,1	275,2	277,9	265,3	254,5	259,2
Поширеність захворюваності на злоякісні новоутворення шкіри на 100 тис. населення	45,4	51	56	51,9	50,9	49,2

На основі даних таблиці 1 планувалось отримати парну регресійну залежність поширеності захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря.

Регресія проводилась на основі лінеаризувальних перетворень, які дозволяють звести нелінійну залежність до лінійної. Визначення коефіцієнтів рівнянь регресії здійснювалась методом найменших квадратів [30] за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz" [31], яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір, і детально описана в роботі [32, 33].

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 Vitmar.

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

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

$$P_{зшш} = \frac{1}{0,03719 - 6,696 \cdot 10^{-5} m_{зр}} \text{ [вип. на 100 тис. нас.],} \quad (1)$$

де $P_{зшш}$ – поширеність захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри, вип. на 100 тис. нас; $m_{зр}$ – річна маса викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря в м. Києві, тис. т.

На рис. 1 показано фактичну та теоретичну графічну залежність поширеності захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря.

Таблиця 2

Результати регресійного аналізу залежності поширеності хвороб органів системи кровообігу від продуктивності сітгеспалювального заводу

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R
1	$y = a + bx$	0,87954	9	$y = ax^b$	0,88952
2	$y = 1 / (a + bx)$	0,90099	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,87710
3	$y = a + b / x$	0,87396	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,87710
4	$y = x / (a + bx)$	0,35951	12	$y = a / (b + x)$	0,90098
5	$y = ab^x$	0,89097	13	$y = ax / (b + x)$	0,89927
6	$y = ae^{bx}$	0,89097	14	$y = ae^{b/x}$	0,88732
7	$y = a \cdot 10^{bx}$	0,89097	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,88732
8	$y = 1 / (a + be^{-x})$	0,80173	16	$y = a + bx^n$	0,88122

Порівняння фактичних та теоретичних даних показало, що теоретична поширеність захворюваності населення на злякисні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, розрахована за допомогою рівняння регресії (1), несуттєво відрізняються від даних, наведених в роботах [28, 29], що підтверджує визначену раніше достатню точність отриманої залежності.

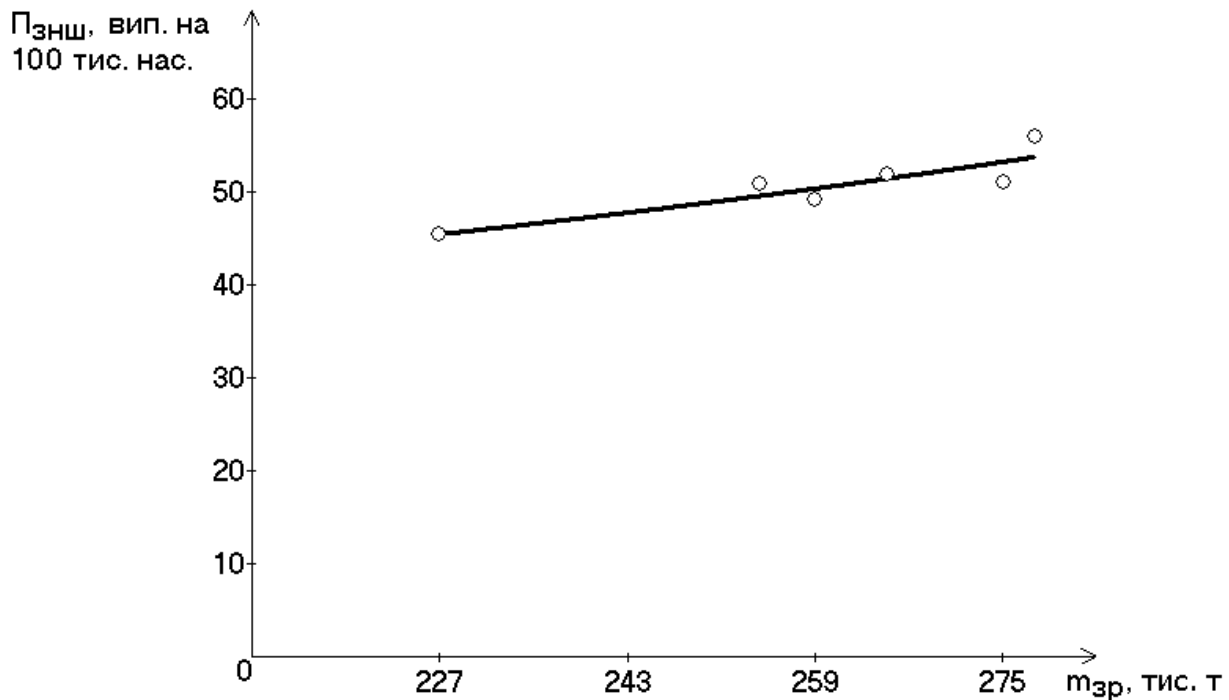


Рис. 1. Залежність поширеності захворюваності населення на злякисні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря: фактична \circ , теоретична —

Аналіз графічної залежності на рис. 1 показав, що поширеність захворюваності населення на злякисні новоутворення шкіри зростає при збільшенні маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря за гіперболічною залежністю.

Висновки

Визначено регресійну залежність поширеності захворюваності населення м. Київ на злякисні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, що може бути використана для прогнозування показників такої захворюваності.

Побудовано графічну залежність поширеності захворюваності населення м. Київ на злякисні новоутворення шкіри від маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне

повітря, яка дозволяє наглядно проілюструвати дану залежність та показати достатню збіжність теоретичних результатів з фактичними.

Встановлено, що поширеність захворюваності населення м. Київ на злоякісні новоутворення шкіри зростає при збільшенні маси викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря за гіперболічною залежністю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Батлук В. А., Азарський К. І. Рівень забруднення атмосферного повітря та його вплив на стан здоров'я населення України. *Будівництво, матеріалознавство, машинобудування : збірник наукових праць*. 2010. № 52. С. 205-210.
2. Чорна В. В., Хлестова С. С., Гуменюк Н. І. Показники захворюваності і поширеності та сучасні погляди на профілактику хвороб. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2020. Т. 24, № 1. С. 158-164.
3. Піскун Р. П., Горбатюк С. М. Функціональна морфологія головного мозку при атеросклерозі в експерименті та під впливом вінпоцетину. *Таврический медико-биологический вестник*. 2006. Т. 9. № 3. С. 100-113.
4. Шевчук Т. І., Шкарупа В. М., Хлестова С. С. Антропогенна зміна довкілля як фактор поширення паразитарних захворювань людини. *Довкілля і здоров'я : матеріали наук.-практ. конф., 27-28 квіт. 2017 р. Тернопіль, 2017*. С. 220-222.
5. Піскун Р. П., Горбатюк С. М. Ультраструктура кори головного мозку при експериментальній дисліпопротеїдемії та її фармакокорекції. *Biomedical and biosocial anthropology*. 2007. № 9. С. 274-275.
6. Лемешев М. С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму. *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : науково-технічний збірник*. Вінниця : УНІВЕРСУМ Вінниця. 2006. С. 36-41.
7. Очеретний В. П., Ковальський В. П., Бондар А. В. Вплив мінеральних мікронаповнювачів на властивості поризованих сухих будівельних сумішей. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: «Будівництво». 2014. Випуск 10 (18). С. 44-47.
8. Лемешев М. С. Теоретичні передумови підвищення довговічності електропровідних бетонів. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції*. Рівне : УДАВГ, 1996. С. 35.
9. Очеретний В. П., Ковальський В. П., Машницький М. П. Нове в технології виробництва цементно-карбонатних будівельних виробів з використанням промислових відходів. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2008. № 5. С. 33-36.
10. Грузева Т. С., Калашникова Н. М. Особливості та тенденції захворюваності населення на злоякісні новоутворення шкіри. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2020. № 4. С. 5-12.
11. A new classification of aerosol sources and types as measured over Jaipur, India / Verma S. et al. *Aerosol and Air Quality Research*. 2015. Vol. 15. P. 985-993.
12. Аэрозоли дисперсные системы : монография. И. С. Чекман та ін. Харків : Цифрова друкарня №1. 2013. 100 с.
13. Chemical characteristics of aerosols in coastal and urban ambient atmospheres / Lee K. et al. *Aerosol and Air Quality Research*. 2017. Vol. 17. P. 908-919.
14. Cheng M.-D. Classification of Volatile Engine Particles. *Aerosol and Air Quality Research*. 2013. Vol. 13. P. 1411-1422.
15. Молодець Ю. А. Дослідження питання щодо нормування дрібнодисперсного пилу в гірничовидобувній промисловості. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки*. 2017. С. 154-157.
16. Давиденко Г. М. Гігієнічна оцінка небезпеки здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря зваженими частками пилу : дис. ... канд. біол. наук : 14.02.01. Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМНУ. Київ, 2017. 147 с.
17. Influence of sea breeze circulation and road traffic emissions on the relationship between particle number, black carbon, PM₁, PM_{2.5} and PM_{2.5-10} concentrations in a coastal city / Rodriguez S. et al. *Atmospheric Environment*. 2008. Vol. 42. P. 6523-6534.
18. Дослідження впливу забруднення атмосферного повітря на онкологічну захворюваність населення Сумської області / Корнус О. та ін. *Часопис соціально-економічної географії*. 2012. Вип. 13 (2). С. 151-157.
19. Investigating the contribution of shipping emissions to atmospheric PM_{2.5} using a combined source apportionment approach / Lang J. L. et al. *Environmental Pollution*. 2017. Vol. 229. P. 557-566.
20. Березюк О. В. Удосконалення математичної моделі концентрацій забруднювальних речовин у фільтраті полігонів твердих побутових відходів. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2016. № 4. С. 28-31.
21. Березюк О. В. Удосконалення математичної моделі питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів

твердих побутових відходів від забруднення важкими металами. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи* : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Львів: ЛДУ БЖД, 2015. С. 185-187.

22. Березюк О. В. Використання методу регресійного аналізу при визначенні концентрації бенз[а]пірену в ґрунтах полігонів твердих побутових відходів. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2022. № 1. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/649/609> (дата звернення: 21.10.2024).

23. Березюк О. В. Регресійний аналіз концентрації нафтопродуктів в ґрунтах полігонів твердих побутових відходів. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2022. № 3. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/658/622> (дата звернення: 21.10.2024).

24. Березюк О. В., Лемешев М. С., Дудар І. Н. Регресійний аналіз концентрації свинцю в ґрунтах на відстані від полігонів твердих побутових відходів. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2022. № 4. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/665/627> (дата звернення: 21.10.2024).

25. Крекотень Є. Г., Березюк О. В. Вимірювач концентрації вибухонебезпечних газів у повітрі. *Пожежна та техногенна безпека: наука і практика* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів, 15-16 трав. 2018 р. Черкаси, 2018. С. 162-163.

26. Березюк О. В., Горбатюк С. М., Березюк Л. Л. Залежність поширеності хвороб від відстані між населеним пунктом і полігоном твердих побутових відходів. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2020. № 4. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/618/580> (дата звернення: 21.10.2024).

27. Математично-статистичне дослідження впливу дрібнодисперсних твердих забруднюючих речовин на здоров'я людини / Козій І. С. та ін. *Техногенно-екологічна безпека*. 2021. № 10 (2). С. 23-27.

28. Департамент охорони здоров'я. Основні показники здоров'я та медичної допомоги населенню м. Києва в 2019 році. Київ, 2020. 134 с.

29. Головне управління статистики у м. Києві. Викиди забруднюючих речовин та діоксиду карбону в атмосферне повітря (1990-2019 роки). Київ, 2020. 38 с.

30. Михалевич В. М., Шевчук О. І., Буга Н. Л. Математичні системи комп'ютерної алгебри як засіб підвищення ефективності і якості освітнього процесу з вищої математики. *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.

31. Березюк О. В. 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.

32. Bereziuk O. V. Determination of the regression of the solid waste compaction factor on the height of the polygon on the base of the computer program "RegAnaliz". *Automation of technologies and productions*. 2015. № 2 (8). P. 43-45.

33. Березюк О. В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми "RegAnaliz". *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. № 1. С. 40-45.

Стаття надійшла до редакції 21.10.2024.

Стаття пройшла рецензування 24.12.2024.

Березюк Олег Володимирович – д-р техн. наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

Вінницький національний технічний університет.

Гудзевич Людмила Сергіївна – канд. біол. наук, доцент, доцент кафедри біології.

Нестерова Світлана Юріївна – канд. біол. наук, доцент, доцент кафедри медико-біологічних основ фізичного виховання і фізичної реабілітації.

Степаненко Інна Олексіївна – асистент кафедри біології.

Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського.