

doi: 10.332491/2663-2144-2019-74-1-52-62

УДК 632.15:504.054(477.42)

**АЕРОТЕХНОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ НЕОРГАНІЧНИМ ПИЛОМ АГРОЛАНДШАФТІВ
НА ПРИКЛАДІ СХІДНОГО ПРОМВУЗЛА М. ЖИТОМИР****Р. Г. Федонюк, Т. П. Федонюк***e-mail: rfedonyk@gmail.com*Житомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Житомирська область не належить до території надмірного антропогенного тиску, однак за останні 4 роки індекс промислової продукції щорічно зростає у середньому на 110,3 %, найбільш швидке зростання відмічене у секторі добувної та переробної промисловостей. Фонове забруднення в межах м. Житомир не викликає занепокоєння, однак, зважаючи на факт сконцентрованості таких підприємств у східній частині м. Житомир, розгляд цього питання крізь призму загальноміських фонових значень слід вважати неінформативним. У статті доведено, що з-поміж усіх сполук, що надходять у середовище у газоподібному стані, найбільш небезпечним є крупно- та дрібнодисперсний пил, який містить важкі метали. Територія східного промвузла вкрита родючими темно-сірими опідзоленими та чорноземами опідзоленими ґрунтами, що надає даній території особливої цінності. Однак дослідження довели, що територія знаходиться під надмірним антропогенним тиском. Проби пилових мас, відібраних з даної території, дозволили визначити, що він має надзвичайну токсичність та створює небезпеку надмірного надходження важких металів у ґрунти, рослинність, природні води тощо. Зміщення гістограм розподілу пилового забруднення залежить від повторюваності та напряму переважаючих вітрів. Найбільші концентрації пилу в повітрі відмічалися у зоні 400–500 м у всіх досліджених напрямках, перевищення норм понад 2 ГДК у більшості випадків було відмічене на відстані до 1 км, а вище 1ГДК – подекуди на відстанях більших ніж 2 км. Найменшу частоту виникнення перевищень критичних точок у напрямі руху південно-західного вітру. Найбільш сильне розсіювання пилової маси за віддаллю від джерела емісії відмічене для найбільш інтенсивного та повторюваного північно-західного вітру.

Ключові слова: пилове забруднення, важкі метали, промисловість, агроландшафти.

Постановка проблеми

Надходження токсичних речовин у ландшафти відбувається кількома шляхами: в результаті природних процесів (вивітрювання гірських порід, змиви ґрунтів тощо); в результаті антропогенної діяльності, яка спричиняє надходження в екосистеми низки токсичних сполук, в тому числі і важких металів. Особливе занепокоєння викликає забруднення сільськогосподарських територій та селітебних територій, які знаходяться в зоні впливу техногенних об'єктів.

Житомирська область не належить до території надмірного антропогенного тиску, однак у період з 2015 по 2018 роки індекс промислової продукції щорічно зростає у середньому на 110,3 %, найбільш швидке зростання відмічене у секторі добувної та переробної промисловості.

Зважаючи на факт, що промислове виробництво Житомирської області за темпами зростання займає 1 місце серед регіонів України

(109,8 % у 2015 році), 43 % від реалізованого обсягу промислової продукції за 2015–2018 роки припадають на м. Житомир – 10845 млн. грн. Найшвидшими темпами розвиваються добувна та переробна промисловість, з яких найвищі темпи відмічені при виробництві гумових і пластмасових виробів, іншої неметалевої мінеральної продукції, металургійному виробництві, виробництві готових металевих виробів, а також машин і устаткування.

Для території Житомирської області актуальні питання забруднення повітряного басейну висвітлені лише у статистичних джерелах інформації [1], у той же час, практично повністю відсутні наукові джерела літератури щодо дослідження деградації промислових ландшафтів саме тут. Очевидно, це пов'язано із тим, що фонове забруднення в межах м. Житомир не викликає занепокоєння, однак, зважаючи на факт високої сконцентрованості таких підприємств на невеликій території, розгляд цього питання крізь призму

загальноміських фонових значень слід вважати неінформативним.

З-поміж усіх сполук, що надходять у середовище у газоподібному стані, найбільш небезпечними є сірка діоксид, нітроген діоксид тощо, однак одним з найнебезпечніших компонентів аеротехногенного забруднення внаслідок діяльності промислових підприємств – є крупно- та дрібнодисперсний пил, який містить важкі метали та радіоактивні частки. Саме ця складова є причиною збільшення фітотоксичності ґрунтового покриву [2]. На дослідження масштабів та особливостей міграції пилових мас від джерел емісії і спрямована дана робота.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Протягом десятків років забруднення атмосферного повітря залишається актуальною і пріоритетною геоекологічною проблемою, висвітленою у значному обсязі наукових публікацій. Більша частина положень щодо аеротехногенного забруднення виконана в 60–70-х рр. Дослідженням поширення домішок в атмосферному повітрі від одиночних стаціонарних джерел займався М. Є. Берлянд [3, 4]. Він зазначав, що особливу небезпеку становлять сукупності речовин та на основі своїх досліджень розробляв прогнози поведінки поллютантів та закономірності їх переносу. Берлянд М. Є. розробив метод короткострокового прогнозу забруднення атмосфери. Оцінка аеротехногенного забруднення методами математичного моделювання здійснювалася у наукових публікаціях Алояна А. Є., Шмандія В. М., Гурець Л. Л., Станкевича С. А., Титаренка О. В., Харитонова Н. Н., Хлопова В. Н. та ін. [5–8]. Для проведення досліджень зазвичай обирають промислові агломерації або промрегіони [9–12] або зосереджують увагу на окремих підприємствах або галузях промисловості [13–14]. Важливим аспектом є вплив кліматичних умов на міграцію та розповсюдження поллютантів у довкіллі та обґрунтування нормативів якості атмосферного повітря. Сніжко С. І., Шевченко, О. Г. (2011) акцентували свою увагу на двох складових міграції поллютантів з повітрям – метеорологічний та антропогенний [15], а у іншій своїй роботі зазначали, що саме напрям та швидкість вітру визначають рівень забруднення територій важкими металами [16]. Деякими

науковцями було розраховано потенціал забруднення атмосфери на території України, а також визначено метеорологічні можливості атмосфери до самоочищення на прикладах різних промрайонів [17, 18].

Слід відзначити, що наразі виконано низку наукових робіт щодо визначення рівнів забруднення атмосферного повітря та їх впливу на агросистеми. Однак, на території Житомирської області ці питання не мали особливої актуальності в силу незначної кількості підприємств. Динаміка до підвищення чисельності таких підприємств та їх щільна локалізація обумовили загострення питань погіршення стану агроєкосистем внаслідок сукупного аеротехногенного впливу непересувних джерел забруднення.

Мета, завдання та методика досліджень

Оцінку аеротехногенного забруднення внаслідок діяльності східного промислового вузла м. Житомир оцінювали у 2015–2018 роках. У дослідженні використані метеорологічні дані, зокрема переважаючі напрями, швидкість і повторюваність вітрів, отримані на метеостанції Житомира протягом вказаного періоду.

Дослідні ділянки розміщувались у східній частині м. Житомир та охоплювали місце безпосередньої локалізації східного промислового вузла. Розміщення точок спостережень здійснювалося на різних віддальх (100–2000 м) від джерела забруднення за напрямками переважаючих вітрів. Координати точок спостережень, у яких проводили заміри пилового забруднення фіксувалися GPS-навігатором Magellan для картографування території об'єкту. Перший маршрут закладений у напрямку руху переважаючого північно-західного вітру, тобто південно-східній частині території джерела емісії. Другий напрямок закладений у східному напрямку. Третій напрямок спрямований на північний схід від джерела техногенної емісії. У цьому напрямку вітри дмуть не так сильно, як у південно-східному та північному напрямках, але ця територія знаходиться між територіями посиленої техногенної емісії і може піддаватися багаторазовому техногенному забрудненню внаслідок руху поверхневого стоку. Четвертий напрямок спрямований на північ від джерела техногенної емісії.

А також для оцінки аеротехногенного забруднення були використані дані експресних та автоматичних методів контролю з використанням цифрової мобільної лабораторії Einstein™ LabMate+ з набором датчиків з частотою вимірів до 100 000 за секунду на платформі Windows. Вміст пилу аналізували за допомогою аналізатора пилу Атмас (діапазон змінної масової концентрації пилу від 0,1 до 150 мг/м³). Всього протягом періоду досліджень здійснено близько 500 замірів пилу у повітрі.

Результати досліджень


Однією з проблемних місцевостей, які потребують особливої уваги, є так званий «Східний промисловий вузол» м. Житомир, у межах якого знаходиться близько 45 промислових підприємств харчової, легкої, хімічної, металургійної, машинобудівної, виробництва інших неметалевих мінеральних виробів та інших галузей промисловості. Така висока сконцентрованість різнонаправлених

промислових підприємств на незначній площі неминує впливає на стан навколишніх екосистем.

У 2015 р. від промислових підприємств надійшло забруднюючих речовин загальною кількістю – 8,98 тис. т, з яких, зокрема, метан (1,709 тис. т.) та діоксид азоту (1,427 тис. т.) належать до парникових газів [1]. Крім цих речовин, в атмосферне повітря надійшло 591,34 тис. т вуглецю діоксиду. Серед інших викидів значну частку склали речовини у вигляді твердих суспендованих частинок – 0,147 тис. т, або 1,5 %, оксид азоту – 1,427 тис. т., або 15,77 %, оксид вуглецю – 1,518 тис. т, або 16,10 %, діоксид та інші сполуки сірки – 0,997 тис. т, або 11,08 %, від загальної кількості викидів від стаціонарних джерел [1]. Частина цих сполук осідає на поверхню ґрунту та вступає в реакції з важкими металами, викликаючи вторинне забруднення ґрунту (рис. 1).



Рис. 1. Структура Східного промислового вузла м. Житомир

 Філія Житомирський завод ізоляційних матеріалів «ОБІО» (Izovat), 1 – ЗАТ «Житомирський м'ясокомбінат», 2 – ТОВ «М'ясо Полісся», 3 – ВАТ «Молочник», 4 – ТОВ «Емі-Україна ЛТД», 5 – ТзОВ «Виробнича компанія «Марк», 6 – ЗАТ «Ліктрави», 7 – СП «Жерок-Альфа», 8 – Грайф Флексіблс Україна, 9 – ТОВ «Фірма «Віндзор», 10 – ТОВ «Віндзор – столярний двір», 11 – ДП «Будсуміші» фірми «Житомирінвест», 12 – ВАТ «Житомирський комбінат силікатних виробів», 13 – ВО «Агробудіндустрія», 14 – ВАТ «Біомедскло», 15 – ВАТ «Хміль», 16 – КП завод мінераловатних виробів об'єднання «Житомироблагробуд», 17 – ЗАТ «Каменеобробка», 18 – ВАТ «Житомирський завод огорожувальних конструкцій», 19 – ДП ТзОВ «ВОРД БІЛДІНГ Системс Україна», 20 – ДП «Євроголд», 21 – КП «Інструментальник», 22 – ВАТ «Верстатуніверсалмаш», 23 – ВАТ «Вібросепаратор», 24 – КП «Верстатреммаш», 25 – БМП «Торнадо», 26 – СП «Метра Україна», 27 – СП «Мікро-Мет», 28 – Житомирська філія з виробництва м'яких меблів ТОВ «Меркс-Груп», 29 – Підрозділ промислового підприємства «Вінницявтормет», 30 – ТОВ «ОНВГ».

Еколого-небезпечним об'єктом визначена Філія Житомирський завод ізоляційних матеріалів «ОБІО», що спеціалізується на виробництві теплозвукоізоляційних плит та

викидає в навколишнє середовище понад 208,431 т/рік забруднюючих речовин, що становить близько 15 % до загального обсягу викидів у м. Житомир.

Зважаючи на місцезонашування Східного промислового вузла, його слід розглядати як частину агросфери, адже у межах 2-кілометрової зони цих підприємств знаходяться сільськогосподарські угіддя, водні об'єкти, об'єкти лісового фонду, а також приватна забудова, у якій мешкає населення.

З огляду на це, метою цього дослідження є визначення вмісту важких металів у агроландшафтах, що знаходяться у межах зон впливу техногенних об'єктів та особливостей їх латеральної міграції в ґрунтах.

Під пиловим забрудненням атмосферного повітря розуміють масові частки твердих частинок, наявних у одиниці об'єму повітря, які надходять у середовище внаслідок певної антропогенної діяльності чи природних процесів. Для великих міст та промислових агломерацій саме антропогенна складова є визначальною. Практично усі промислові виробництва у більшій чи меншій кількості викидають пил у різних концентраціях та різних розмірних діапазонах. Найбільш небезпечними є виробництва неметалевих мінеральних виробів, підприємства хімічної промисловості, куди входять і будівельні виробництва цементу та інших будівельних сумішей, виробництва металевих конструкцій та інші [2, 19]. У якості надзвичайно потужного джерела забруднення довкілля у м. Житомир наразі виступають

підприємства: ДП “Будсуміші” фірми “Житомирінвест”, ВАТ “Житомирський-комбінат силікатних виробів”, ВО “Агробудіндустрія”, ВАТ “Біомедскло”, КП завод мінераловатних виробів об'єднання “Житомироблагробуд”, ЗАТ “Каменеобробка”, ВАТ “Житомирський завод огорожувальних конструкцій”, ДП ТзОВ “БОРД БІЛДІНГ Системс Україна”, ДП “Євроголд”, КП “Інструментальник” та ін., які є визначальними джерелами димо- та пиловиділення. На даних підприємствах нині налічується 85 стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин, а основний вклад у забруднення атмосфери вносять обертові печі – близько 4600 тонн неорганічного пилу на рік. Дещо менше 60 % пилу утилізується пилогазоочисними установками. Технологічна обробка сировини передбачає утворення пилу, у якому містяться високі концентрації Mn, Zn, Pb, Cd та Cu (рис. 2). Розраховано, що впродовж останніх десяти років викиди важких металів з нелокалізованим пилом становили: Mn – 33158, Zn – 3687, Ni – 4604, Cu – 7736, Cr – 42364 кг. На період активної вегетації рослин (квітень–вересень) припадає 62% річних викидів важких металів, що в сумі становить 5752,5 кг (рис. 2).

Неорганічний пил, що утворюється внаслідок таких виробництв, осідає на поверхні ґрунту, дерев та трав'янистої рослинності. Аналіз запиленості повітря показав перевищення ГДК за даним показником у всіх досліджених напрямках емісії.

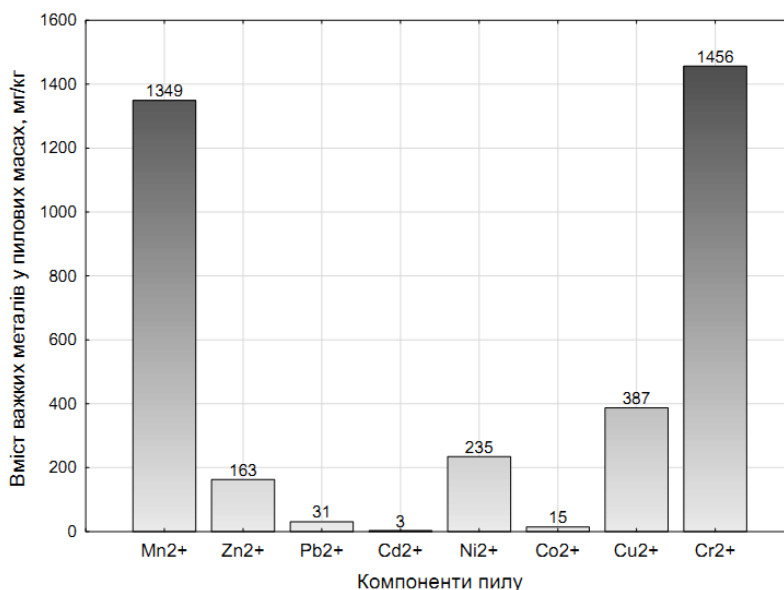


Рис. 2. Вміст важких металів у пилові, $M_{\pm m}$, мг/кг

Найбільш часто повторюваним протягом західного вітру у цьому напрямку становить 12% згаданого періоду був південно-східний напрям. і для даної місцевості це найчастіші вітрові потоки (рис. 3).
У цьому напрямку було здійснено 140 замірів.
Середньорічна повторюваність північно-

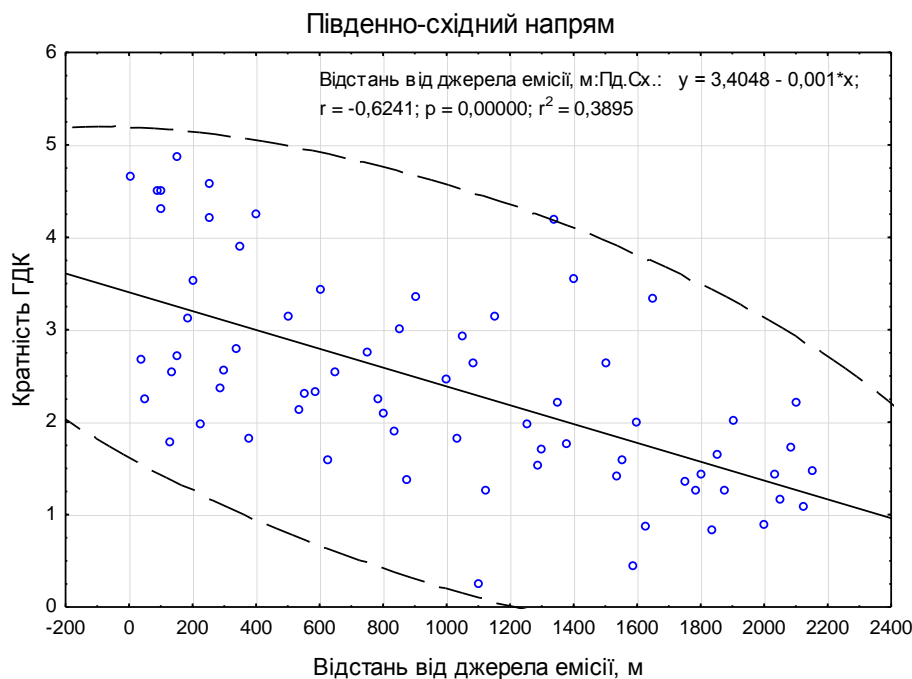


Рис. 3. Еліпс розсіювання пилових мас від джерела емісії у південно-східному напрямі (усереднені дані за 2015–2018 рр.)

Проби пилового забруднення у напрямку руху північно-західного вітру показали перевищення ГДК вмісту пилу у повітрі у 4–5 разів, такі показники фіксувалися на відстані до 400 м. У цей діапазон увійшло 13 % значень із 70 відібраних проб повітря. Більшість проб повітря, що перевищували ГДК у 2–3 рази, як і попередньому напрямку, не виходили за межі 1,5 км зони, при цьому 14 % проб мали показники, що були в діапазоні від 3 до 4 ГДК, та 30 % проб у діапазоні 2–3 ГДК.

Більшість точок досліджень мали значення забруднення пилом, що дещо перевищували 1ГДК – 36%. Однак слід відзначити, що їх кількість зростала у міру віддалі від джерела забруднення за межі зони 1 км. Лише 7% відібраних проб були охарактеризовані як ті, що не перевищують ГДК, однак, їх наявність також відмічалася лише за межами зони 1 км.

У східному напрямі спостерігалася подібна тенденція. Менш повторюваний західний вітер (10 %) спричиняє подібне за довжиною розповсюдження пилових мас.

Екстремуми перевищень ГДК (<4) відмічені були лише на віддалі не більшій 500 м від джерела емісії. Тут відмічалися максимальні показники забруднення (4,85 ГДК), проте перевищення ГДК у 3–4 рази відмічалися на віддалі до 1,5 км, а у 1–2 рази – до 2 км. Стабільність показників пилового забруднення у цьому напрямку починали відмічатися не раніше 1,5–2 км, хоча й там більшість вимірів показували перевищення встановлених ГДК. Відносна більшість показників пилового забруднення була відмічені на межі зони 2 км. Між вмістом пилу у повітрі та віддаллю від джерела емісії встановлений зворотній кореляційний зв'язок ($r = -0,5908$), (рис. 4).

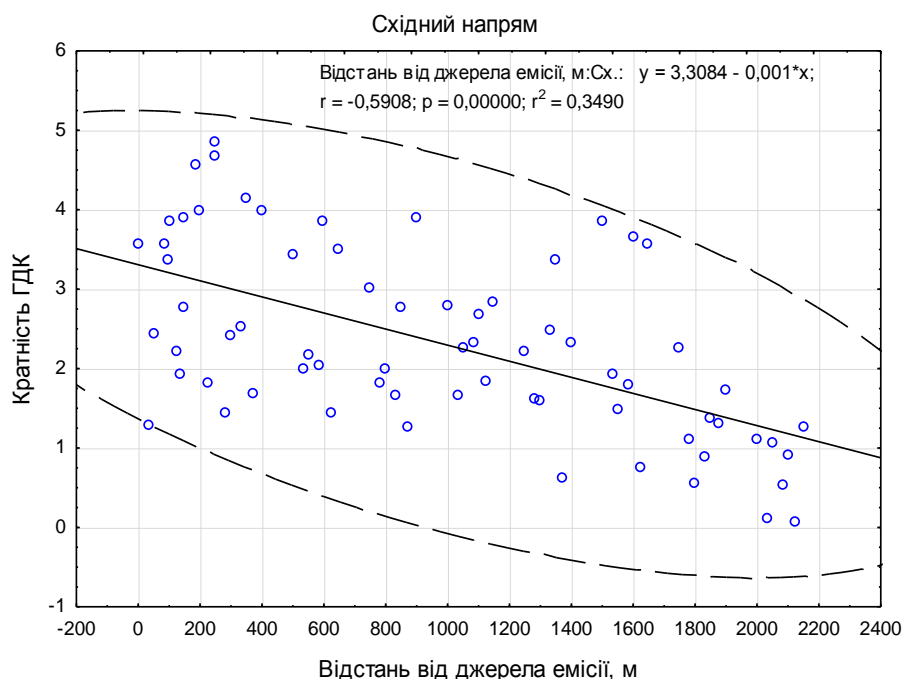


Рис. 4. Еліпс розсіювання пилових мас від джерела емісії у східному напрямі (усереднені дані за 2015–2018 рр.)

Загалом, у відповідності до отриманих еліпсів, розсіювання пилових потоків може свідчити про інтенсивне понаднормове забруднення повітря на віддалі до 2 км у концентраціях, що значно перевищують встановлені ГДК. А відтак можна говорити, що забруднення агроландшафтів даної території важкими металами відбувається за рахунок аеротехногенної складової.

У північно-східному напрямі інтенсивність вітрів не така сильна, однак територія, що прилягає до східного промвузла у цьому напрямі, представлена родючими темно-сірими опідзоленими легкосуглинковими ґрунтами та чорноземами опідзоленими. Повторюваність вітрів у межах цього напрямку – на рівні 5 %, однак, перенесення пилових мас також доволі інтенсивне, в силу розсіювання потоків, спричинених західними та південними вітровими потоками.

У цій частині агроландшафту пилові маси у концентраціях, що перевищують 5 ГДК,

формується у безпосередній близькості до промвузла – до 400 м, однак чисельність їх була на рівні 7 % від чисельності усіх проб. А практично 100 % точок, що мали ГДК вище 2, були зафіксовані на відстані до 600 м від джерела емісії (рис. 5). Майже 30 % проаналізованих проб повітря на вміст пилу перевищували нормативи дещо більше одиниці, такі проби відмічалися навіть на відстані 2,2 км. Слід відзначити, що найбільша частка проб, все ж таки, відповідали нормативам – 36 %, відмічалися вони на відстані не ближче 800 м від джерела емісії. Між вмістом пилу у повітрі, внаслідок руху південно-західного вітру, та віддаллю від джерела емісії встановлений зворотній кореляційний зв'язок ($r = -0,5903$). Тобто слід відзначити, що навіть за незначної швидкості вітру, перенесення пилових мас відбувається на відстань не меншу 1000 м, що спричиняє підвищені рівні забруднення повітря за цим показником.

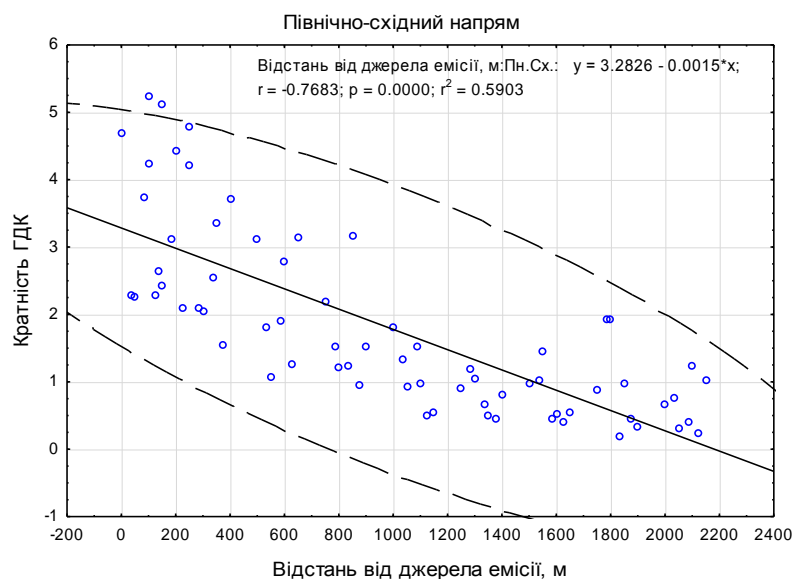


Рис. 5. Еліпс розсіювання пилових мас від джерела емісії у північно-східному напрямі (усереднені дані за 2015–2018 рр.)

Незначне посилення вітрових потоків у південних вітрів протягом року знаходиться на порівнянні з попереднім напрямом відмічається і рівні 7 % у північному напрямі (рис. 6). Повторюваність

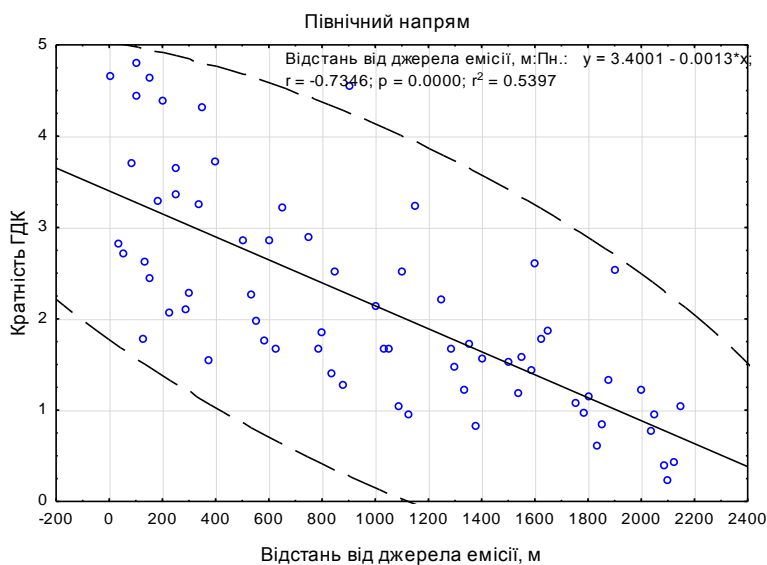


Рис. 6. Еліпс розсіювання пилових мас від джерела емісії у північному напрямі (усереднені дані за 2015–2018 рр.)

Близько 20 % досліджених проб повітря показали перевищення ГДК у 4–5 разів. Більша їх частка відмічена у діапазоні до 400 м, трохи менше четвертої частини перевищували ГДК у 2–3 рази. Найбільша частина точок – близько 40 % – були на рівні від 1 до 2 ГДК, такі показники спостерігалися практично на усій дослідженій відстані від джерела емісії. Нормалізація стану повітря у даному напрямку

відмічалася лише на відстані від 1000 м від джерела емісії. Між вмістом пилу у повітрі внаслідок руху південного вітру та віддалю від джерела емісії встановлений зворотній кореляційний зв'язок ($r = -0,5397$).

Проведені дослідження показали зміщення розподілу пилового забруднення від повторюваності у напрямку переважаючих вітрів (рис. 7).

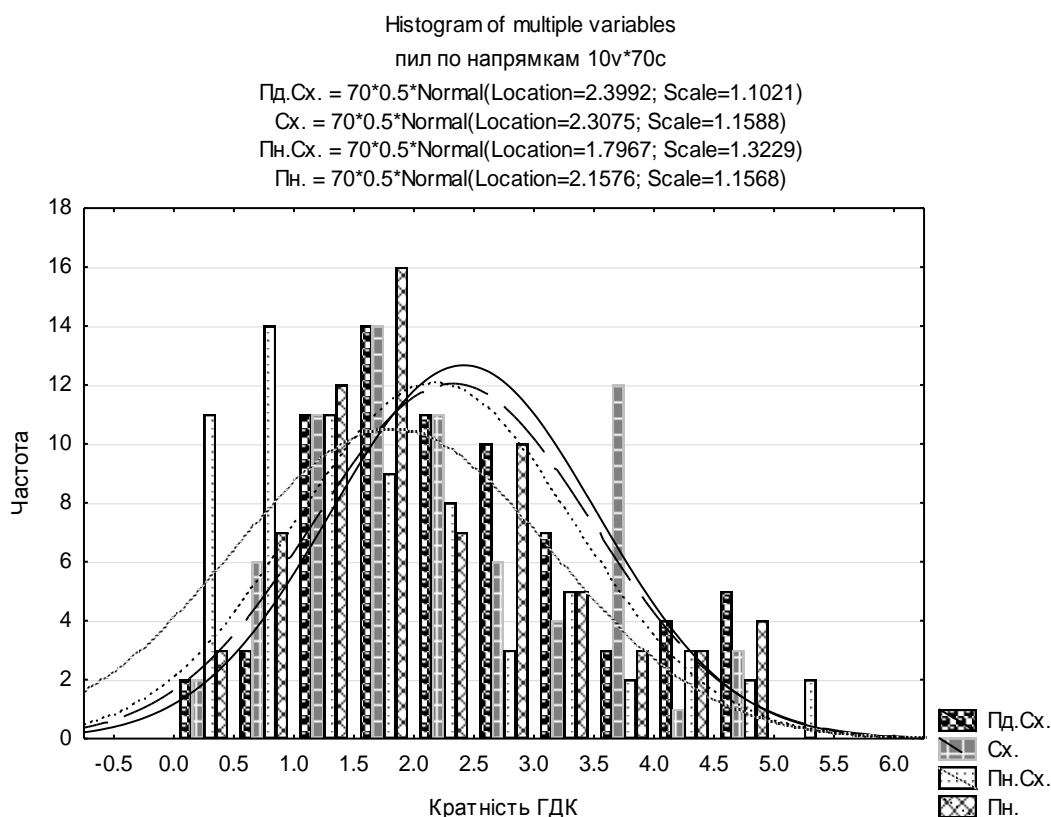


Рис. 7. Гістограми розподілу критичних значень перевищень ГДК під впливом переважаючих вітрів східного промислового вузла

Так, відмічено найменшу частоту виникнення перевищень критичних точок у напрямі руху південно-західного вітру, що характеризується для даної місцевості найменшою повторюваністю ($Location=1,7967; Scale=1,3229$). Найбільш сильне розсіювання пилової маси за віддаллю від джерела емісії відмічено для найбільш інтенсивного та повторюваного північно-західного вітру ($Location=2,3992; Scale=1,1021$). При розсіюванні потоків пилу з цим вітром поява критичних точок перевищень ГДК збільшується на 0,6 одиниць, зі східним – на 0,51 одиницю та південним – на 0,36 одиниць.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Пилове забруднення території східного промислового вузла м. Житомир здійснює значний негативний вплив на навколишні агроландшафти. Територія вкрита родючими темно-сірими опідзоленими ґрунтами та чорноземами опідзоленими, що надає даній території особливої цінності. Однак дослідження довели, що територія знаходиться під надмірним

антропогенним тиском. Проби пилових мас, відібраних з даної території, дозволили визначити, що він має надзвичайну токсичність та створює небезпеку надмірного надходження важких металів у ґрунти, рослинність, природні води тощо. Зміщення гістограм розподілу пилового забруднення залежить від повторюваності та напрямку переважаючих вітрів. Найбільші концентрації пилу у повітрі відмічалися в зоні 400–500 м у всіх досліджених напрямках, перевищення норм понад 2 ГДК, у більшості випадків, було відмічено до відстані 1 км, а вище 1 ГДК – подекуди на відстанях більше 2 км. Найменшу частоту виникнення перевищень критичних точок у напрямі руху південно-західного вітру. Найбільш сильне розсіювання пилової маси за віддаллю від джерела емісії відмічено для найбільш інтенсивного та повторюваного північно-західного вітру.

Надходження пилових мас у значних концентраціях у середовище неодмінно впливає на стан компонентів агроландшафтів, а відтак подальші дослідження слід спрямувати на визначення масштабів деградації ґрунтового покриву та його токсичності для флори та фауни.

References

1. Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti (2018). Statystychnyi shchorichnyk Zhytomyrskoi oblasti za 2017 rik [Statistical Yearbook of Zhytomyr Oblast for 2017]. Retrieved from <http://www.zt.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
2. Bakhariev, V. S. (2005). Osoblyvosti formuvannia ekolohichnoi nebezpeky v umovakh pyloвого zabrudnennia atmosferного povitria [Features of formation of ecological danger in conditions of dust pollution of atmospheric air]. In *Biosferno-noosferniide i V. I. Vernadskoho ta ekoloho-ekonomichni problemy rozvytku rehioniv* : tezy dop. 5 Vseukr. nauk.-prakt. konf. (pp. 85–86). Kremenchuk: KDPU [in Ukrainian].
3. Berlyand, M. E. & Sidorenko, G. I. (1979). Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya atmosfery [Atmospheric Pollution Control Guide]. Leningrad: Gidrometeoizdat [in Russian].
4. Berlyand, M. E. (1985). Prognoz i regulirovaniye zagryazneniya atmosfery [Prediction and regulation of air pollution]. Leningrad: Gidrometeoizdat [in Russian].
5. Romanchuck, L. D., Fedonyuk, T. P. & Fedonyuk, R. G. (2017). The model of landscape vegetation influence on the mass transfer processes. *Biosystems Diversity*, 25 (3), 203–209.
6. Aloyan, A. E. (2008). Modelirovaniye dinamiki i kinetiki gazovykh primesey i aerorozley v atmosfere [Modeling the dynamics and kinetics of gas impurities and aerosols in the atmosphere]. Moskva : Nauka [in Russian].
7. Shmandi, V. M. & Hurets, L. L. (2015). Alhorytm rozrakhunku tekhnogenoho navantazhennia vid vykydiv zabrudniuiuchykh rehovyn v atmosferu [Algorithm for calculating the technogenic load from pollutant emissions into the atmosphere]. *ScienceRise*, 5 (2), 43–48 [in Ukrainian].
8. Stankevich, S. A., Titarenko, O. V., Kharitonov, N. N. & Khlopova, V. N. (2013). Kartirovaniye zagryaznennosti atmosfery Pridneprovskogo promyshlennogo rayona dioksidami azota i sery s ispolzovaniyem sputnikovykh dannykh [Mapping of atmospheric pollution in the Pridneprovsk industrial region with nitrogen and sulfur dioxide using satellite data]. *Dopovidi NAN Ukrainy*, 3, 16–111 [in Russian].
9. Biliaiev, M. M. & Kharytonov, M. M. (2011). Numerical simulation of indoor air pollution and atmosphere pollution for regions having complex topography. *Air Pollution Modeling and its Application XXI* (pp. 87–91). Dordrecht: Springer.
10. Romanchuck, L. D., Fedonyuk, T. P. & Khant, G. O. (2017). Radiomonitoring of plant products and soils of Polissia during the long-term period after the disaster at the Chernobyl Nuclear Power Plant. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8 (3), 444–454.
11. Kachurin, N., Komashchenko, V. & Morkun, V. (2015). Environmental monitoring atmosphere of mining territories. *Metallurgical and Mining Industry*, 7 (6), 595–598.
12. Babiy, A. P., Kharytonov, M. M. & Gritsan, N. P. (2003). Connection between emissions and concentrations of atmospheric pollutants. *Air Pollution Processes in Regional Scale* (pp. 11–19). Dordrecht: Springer.
13. Kryvakovska, R. V., Kharytonov, M. M. & Khlopova, V. M. (2013). Kartohrafuvannia zabrudnennia atmosfery dvooykom azotu ta sirky v industrialnykh mistakh Dnipropetrovskoi oblasti [Cartography of atmospheric pollution of nitrogen and sulfur dioxide in industrial cities of Dnipropetrovsk region]. *Ekolohichna bezpeka*, 2, 32–35 [in Ukrainian].
14. Kharytonov, M., Benschel, A., Shupranova, L., Kryvakovska, R. & Khlopova, V. (2015). Environmental assessment of atmospheric pollution in Dnipropetrovsk province (Ukraine). *Studia Universitatis "Vasile Goldis" Arad. Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)*, 25 (2), 125.
15. Snizhko, S. I., & Shevchenko, O. H. (2011). Urbometeorologichni aspekty zabrudnennia atmosferного povitria velykoho mista [Urbometeorological aspects of atmospheric air pollution of a large city]. Kyiv: Obrii [in Ukrainian].
16. Shevchenko, O. H. (2008). Vplyv napriamku ta shvydkosti vitru na riven zabrudnennia atmosferного povitria mista Kyieva [Influence of direction and wind speed on the level of atmospheric air pollution in Kyiv]. *Ukrainskyi hidrometeorologichniy zhurnal*, 3, 33–37 [in Ukrainian].
17. Kuznetsova, I. N. (2012). The effect of meteorology on air pollution in Moscow during the summer episodes of 2010. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 48 (5), 504–515.
18. Latysheva, I. V., Sinyukovich, V. N. & Chumakova, E. V. (2009). Sovremennyye osobennosti gidrometeorologicheskogo rezhima yuzhnogo poberezhia oz. Baykal [Modern features of the hydrometeorological regime of the southern

coast of Lake Baikal]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Nauki o Zemle*, 2 (2), 117–133 [in Russian].

19. Bakhariev, V. S. (2005). Teoretychni aspekty formuvannia rehionalnoi ekolohichnoi nebezpeky, poviazanoi z pylovym zabrudnenniam atmosferneho povitria [Theoretical Aspects of the Formation of the Regional Environmental Risk Associated with Powder Pollution of the Atmospheric Air]. *Visnyk Kremenchutskoho derzhavnogo politekhnichnogo universytetu*, 2 (31), 92–95 [in Ukrainian].

**AEROTECHNOGENIC POLLUTION
OF AGRICULTURAL LANDSCAPES
BY INORGANIC DUST ON THE EXAMPLE
OF ZHYTOMYR EASTERN
INDUSTRIAL HUB**

R. Fedonyuk, T. Fedonyuk

e-mail: rfedonyuk@gmail.com

Zhytomyr National Agroecological University,
7, Stary Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

Zhytomyr Region does not belong to the territory of excessive anthropogenic pressure. However, over the past 4 years, the index of industrial production has increased on the average by 110,3 % annually, with the fastest growth observed in the mining and processing sector. The background pollution within the limits of Zhytomyr does not cause concern. But the fact that such enterprises are concentrated in the eastern part of Zhytomyr makes the consideration of this issue through the prism of the citywide background level non-informative. It has been proved that the coarse and fine dust containing heavy metals is the most dangerous compound among those that enter the environment in the gaseous state. The territory of the eastern industrial hub is covered with fertile dark gray podzolics and podzolic chernozems, which gives this area a special value. At the same time, the studies have demonstrated that the area is under excessive anthropogenic pressure. The samples of dust mass taken from this territory have made it possible to determine the high toxicity of the dust as well as the hazard of excessive flow of heavy metals into the soils, vegetation, natural waters, etc. The shift of histograms for the distribution of dust contamination depends on the frequency and direction of the prevailing winds. The highest concentrations of dust in the air has been observed in the 400–500 m zone in all directions under investigation. In most cases the standard exceedance

by more than 2 MAC has been observed within 1 km area. In some places the exceedance by more than 1 MAC has been noticed at a distance larger than 2 km. The minimum frequency of critical point excess has been observed in the direction of the southwest wind. The strongest dust dispersion away from the source of emissions has been noticed in the case of the most intensive and repetitive northwest wind.

Keywords: *dust pollution, heavy metals, industry, agrolandscapes.*

**АЭРОТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ПЫЛЬЮ
АГРОЛАНДШАФТОВ НА ПРИМЕРЕ
ВОСТОЧНОГО ПРОМУЗЛА Г. ЖИТОМИР**

Р. Г. Федонюк, Т. П. Федонюк

e-mail: rfedonyuk@gmail.com

Житомирский национальный
агроэкологический университет
бульвар Старый, 7, г. Житомир, 10008, Украина

Житомирская область не относится к территории чрезмерного антропогенного давления, однако за последние 4 года индекс промышленной продукции ежегодно рос в среднем на 110,3 %, наиболее быстрый рост отмечен в секторе добывающей и перерабатывающей промышленности. Фоновое загрязнение в пределах г. Житомир не вызывает беспокойства, однако, учитывая факт сосредоточенности таких предприятий в восточной части г. Житомир, рассмотрение этого вопроса через призму общегородских фоновых значений следует считать неинформативным. В статье доказано, что из всех соединений, поступающих в среду в газообразном состоянии, наиболее опасной является крупно- и мелкодисперсная пыль, содержащая тяжелые металлы. Территория восточного промузла покрыта плодородными серыми оподзоленными и черноземами оподзоленными почвами, что придает данной территории особую ценность. Однако исследования показали, что территория находится под избыточным антропогенным давлением. Пробы пылевых масс, отобранных на данной территории, позволили определить, что она имеет чрезвычайную токсичность и создает опасность поступления тяжелых металлов в почву, растительность, природные воды и тому подобное. Смещение гистограмм распределения пылевого загрязнения зависит от повторяемости и направления преобладающих

ветров. Наибольшие концентрации пыли в воздухе отмечались в зоне 400–500 м во всех исследуемых направлениях, превышение норм более 2 ПДК, в большинстве случаев, было отмечено на расстоянии около 1 км, а выше 1 ГДК – где-то на расстоянии более 2 км. Наименьшую частоту возникновения превышений критических точек в направлении

движения юго-западного ветра. Наиболее сильное рассеивание пылевой массы с расстоянием от источника эмиссии отмечено для наиболее интенсивного и повторяющегося северо-западного ветра.

Ключевые слова: пылевое загрязнение, тяжелые металлы, промышленность, агроландшафты.