ISSN 2078-6441. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2014. Випуск 47. С. 68–77.
Visnyk of the Lviv University. Series Geography. 2014. Issue 47. P. 68–77.

УДК 504.064.3:574[504.3.054:551.578.4](477.86)

ПИЛУВАТІ АТМОСФЕРНІ ВИПАДАННЯ ХОЛОДНОГО ПЕРІОДУ РОКУ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛ.

Дмитро Ганжа[1], Рита Ганжа[2]

[1] Івано-Франківське відділення Українського географічного товариства,
вул. Галицька, 201, 76018, м. Івано-Франківськ, Україна,
e-mail: gandyber@gmail.com
[2] Івано-Франківське вище професійне училище № 21,
вул. Тисменицька, 248, 76018, м. Івано-Франківськ, Україна

Досліджено фізичні властивості пилуватих випадань на сніговий покрив у Передкарпатті. Завис атмосферного пилу у сніговій воді проаналізовано методом нефелометрії. Оцінку властивостей пилу виконано за динамікою осідання часток завису у сніговій воді. Дані опрацьовано методами кореляційно-регресійного, дисперсійного та еколого-геохімічного аналізу. З'ясовано, що 12 % дослідженої території перебуває в умовах регіонального природного фону, більше третини – в умовах техногенного забруднення, половина – в умовах техногенного фону.

Ключові слова: запорошення атмосферного повітря, моніторинг довкілля, обстеження снігу, техногенне забруднення.

Важливими завданнями екологічного моніторингу довкілля є діагностика та оцінка просторового розподілу первинних техногенних атмосферних випадань. Основними особливостями таких випадань є збагачення важкими елементами та мала розчинність [2]. На практиці часто виникає потреба оконтурити та оцінити інтенсивність техногенних випадань на тлі природних. Традиційно це вирішують через поліелементний хімічний аналіз атмосферних випадань або компонентів довкілля, які їх нагромаджують, – ґрунту, рослинності, снігового покриву тощо [2]. Такий аналіз потребує значних апаратурних та ресурсних витрат. Водночас діагностування та оконтурювання первинних техногенних випадань доцільно проводити із застосуванням будь-яких доступних методів за умови, що вони ґрунтуються на ключових параметрах первинних випадань техногенних атмосферних домішок і дають змогу оконтурити поля забруднення.

Основним компонентом атмосферних випадань є пил. Техногенна складова пилу, зазвичай, становить 5–10 % від його загального запасу в атмосфері, співвідношення природної та техногенної складових є динамічним як за кількістю, так і за фізико-хімічними властивостями [1, 2]. Із параметрів пилу, здебільшого, оцінюють його кількість, рідше хімічний склад. Наша мета – розробка та апробація способу діагностики за фізичними параметрами техногенного атмосферного пилу, нагромадженого у сніговому покриві.

Відбір проб снігу виконано протягом лютого 2013 р. на 63 пікетах, організованих у вигляді двох трансект, що проходять через Івано-Франківську обл. у субширотному та субмеридіанальному напрямах, перетинаючись в обласному центрі. Маршрути спостережень пролягали із м. Івано-Франківськ у чотирьох керунках (перераховано згідно з черговістю виконання спостережень): на північ (Рогатинський керунок);

на захід (Болехівський керунок); на південь (Ворохтянський керунок), тут мережа спостережень сягає Буковеля; на схід (Городенківський керунок).

На пікетах циліндричним пластмасовим пробовідбірником відбирали проби снігового покриву на товщину лежання. На кожному пікеті робили в середньому по 17 уколів снігу, із яких формували змішану пробу. У лабораторних умовах сніг розтоплювали та вимірювали об'єм снігової води. У воді вимірювали каламутність нефелометричним методом з використанням приладу контролю якості води U-10 (Horiba). Результати наведено у нефелометричних одиницях каламутності (НОК). Вимірювання виконано з точністю 1 НОК у діапазоні від 0 до 800 НОК за збіжності ±3 % від виміряного результату. Каламутність дистильованої води – 0 НОК. Кожну пробу снігової води вимірювали послідовно у сім етапів з інтервалом 2 хв. На кожному етапі проби вимірювали щосекунди від 15 до 28 разів. Отже, снігову воду з місць спостережень вимірювали у середньому 170 разів протягом 20 хв.

Обчислення вибіркового середнього результатів вимірювань, середнього квадратичного відхилення, дисперсії, а також дисперсійний та кореляційно-регресійний аналізи проводили з використанням функцій Microsoft Excel. У ході кореляційного аналізу обчислено коефіцієнт детермінації R^2.

Для оцінки фізичних властивостей завису окремих проб снігової води обчислювали дисперсію середнього значення НОК ($Д_{НОК}$) та коефіцієнт детермінації лінійної регресії, що описує зв'язок між значенням НОК та часом вимірювання ($R_{НОК}$). Час вимірювання застосовано як критерій оцінки динаміки осідання завису. Крім того, для кожної проби підібрано тип регресії, за допомогою якого процес описують із найбільшим значенням коефіцієнта детермінації.

З метою опосередкованого оцінювання густини випадань пилу на поверхню у місцях спостережень обчислювали показник пропорційності НОК ($П_{НОК}$):

$$П_{НОК} = НОК \times T^{-1} \times S^{-1}, \quad (1)$$

де $НОК_1$ – усереднене значення каламутності за результатами вимірювань першого етапу; T – тривалість лежання снігового покриву після, діб; S – площа, м^2.

Нефелометричний показник неоднорідності завису у сніговій воді ($П_{седимент}$) обчислювали за формулою

$$П_{седимент}, \% = (НОК_1 - НОК_i) \times НОК_1^{-1} \times 100, \quad (2)$$

де $НОК_1$ – усереднене значення каламутності за результатами вимірювань першого етапу; $НОК_i$ – значення каламутності i-го вимірювання (у цьому дослідженні – сьомого).

Нормоване відхилення від середнього визначали за формулою [3]

$$t = \frac{(x_i - \bar{x})}{s_x}, \quad (3)$$

де x_i – вибіркова варіанта; x_i – вибіркове середнє; s_x – стандартне відхилення.

Усі статистичні показники та оцінку невизначеності обчислено для рівня вірогідності 0,95.

Фон досліджуваного параметра визначали за рівнянням [6]

$$X_ф = ant\lg(\overline{\lg X_i}), \quad (4)$$

де $X_ф$ – значення фону параметра; $\overline{\lg X_i} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \lg X_i$ – середній логарифм виміряних значень параметра нормалізованої вибірки; N – розмір вибірки.

Мінімальні аномальні від'ємні відхилення від фону обчислювали за формулою [6]

$$C_a = X_ф \times \varepsilon^{-1}, \quad (5)$$

де ε = ant $\lg\sigma_{lg}$ – стандартний множник (σ_{lg} – середнє квадратичне відхилення логарифмів значень досліджуваного параметра).

За критерій аномальності параметрів завису у сніговій воді приймали триразове перевищення коефіцієнта концентрації (K_c) щодо місцевого фону досліджуваного параметра ($C_ф$). Значення K_c обчислювали так [6]:

$$K_c = C_i \times C_ф^{-1}, \quad (6)$$

де C_i – концентрація речовини на пікеті.

Згідно з рекомендаціями [4, 5], обчислювали межу основної невизначеності спостережень, що охоплює складові за основною похибкою засобів вимірювань, випадкову статистичну похибку вимірювання та становить 11 %.

За результатами вивчення стану снігового покриву на пікетах (товщина, густина, наявність насту, перекритого свіжим снігом), спостереженнями за погодою та аналізом даних інтернет-ресурсу Meteo.ua (http://meteo.ua/ua) за період від грудня 2012 р. визначено час лежання снігу в місцях відбору. На 5 пікетах сніговий покрив до відбору проб лежав 2 доби, ще на 5 – 45 діб, на 53 – від 9 до 20. Аналіз напрямів вітру до моменту відбору проб засвідчив, що викиди основних джерел емісії потрапили на всі місця спостережень. У цьому разі чинником збільшення невизначеності результатів за опосередкованої оцінки густини атмосферних випадань пилу (формула (1)) є час лежання снігу. Для оцінки фізичних параметрів завису у сніговій воді останній чинник не має значення.

Дослідженнями виявлено значну варіабельність статистичних параметрів каламутності снігової води як за показником пропорційності НОК, так і за неоднорідністю фізичних параметрів завису ($Д_{НОК}$, $П_{седимент}$, $R_{НОК}$) (табл. 1).

Таблиця 1

Параметри каламутності снігової води у місцях спостережень

Параметр	Середнє	Дисперсія
$П_{НОК}$	11	592
$Д_{НОК}$	225	394×10^3
$П_{седимент}$, %	29	145
$R_{НОК}$	0,59	0,07

Між опосередкованою кількісною характеристикою пилуватих атмосферних випадань ($П_{НОК}$) і таким показником фізичних властивостей завису у сніговій воді, як $Д_{НОК}$, простежується середньої сили нелінійний зв'язок при $R^2 = 0{,}69$. Залежність апроксимовано ступеневою регресією (див. рис. 1). Важливою характеристикою фізичних властивостей снігової води є динаміка осідання завису (статистичний зв'язок значення НОК із часом осідання), яка виявила суттєву відмінність зв'язку названих параметрів за різних умов техногенного навантаження – від цілковитої відсутності до тісного зв'язку при $R^2 = 0{,}98$ (середнє та дисперсія $R_{НОК}$ наведені у табл. 1). Такі статистичні параметри осідання завису та їхній зв'язок із показником пропорційності НОК свідчать про якісні зміни фізико-хімічних властивостей і, відповідно, зростання густини пилу, що седиментується на поверхню у місцях спостережень з різним техногенним навантаженням.

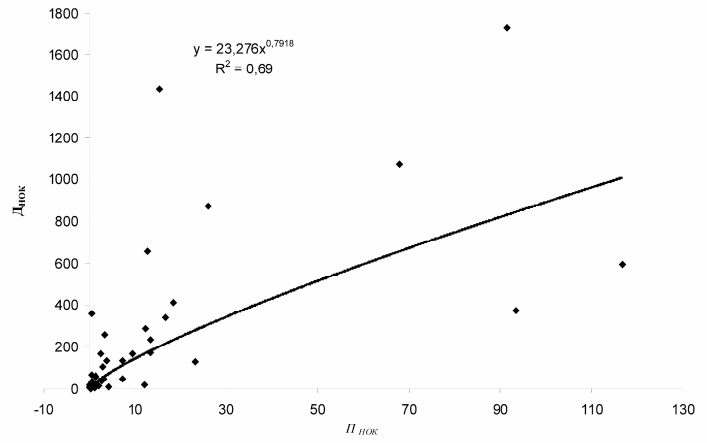
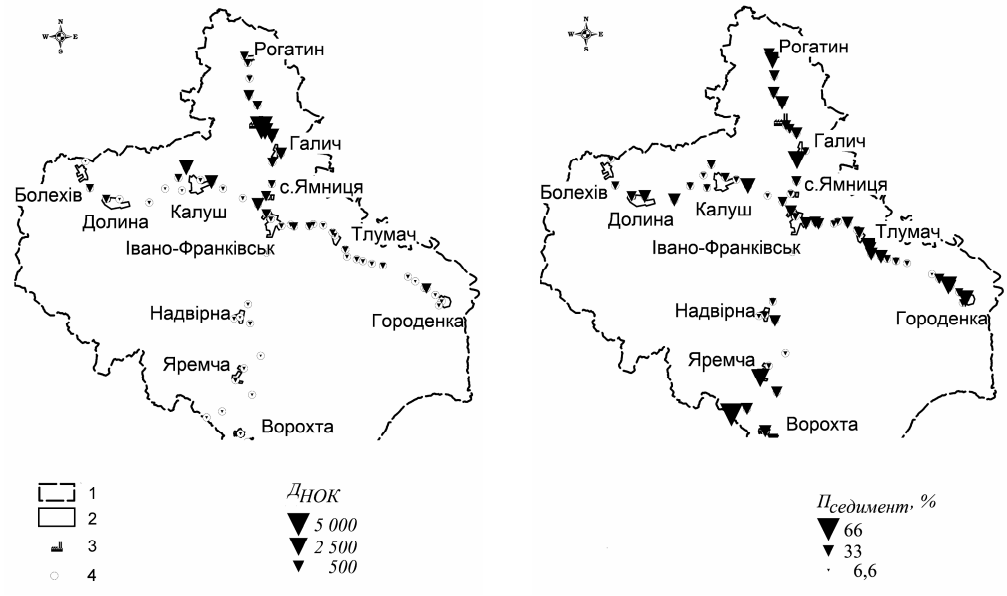


Рис. 1. Зв'язок між значенням опосередкованої оцінки випадань пилу на сніг ($П_{НОК}$) та дисперсією НОК під час осідання завису

Аналіз просторового розподілу значення ДНОК засвідчує, що найбільша різноманітність фізичних властивостей пилуватих атмосферних випадань пов'язана з потужними полями запорошення приземного шару повітря, які сформувались на півночі Івано-Франківської обл. з урбоекосистеми Івано-Франківська, цементно-шиферного виробництва у с. Ямниця та, передусім, Бурштинської ТЕС і на західному напрямі спостережень – у зв'язку з промисловим комплексом м. Калуш (див. рис. 2). Значення $П_{седимент}$ не корелює зі значеннями $П_{НОК}$ та дисперсії в разі осідання завису у сніговій воді. Особливість показника неоднорідності завису у сніговій воді полягає в тому, що він дає змогу оцінити контрастність або її відсутність у фізичних властивостях суміші пилуватих часток, седиментованих на снігову поверхню з атмосферного повітря. Порівняння особливостей просторового розподілу значень $Д_{НОК}$ та $П_{седимент}$ доводить, що значення $П_{седимент}$, наприклад, в умовах регіонального природного фону атмосферних випадань, різко збільшується за найнижчих значень $Д_{НОК}$. Те саме простежується й на східному напрямі спостережень, де у формуванні атмосферних домішок не беруть участі великі промислові джерела емісії. Подібна ситуація означає, що в суміші зерен пилу є незначна кількість речовини зі значно більшою густиною, наприклад, на фоні будівельного, сільськогосподарського або природного пилу – транспортний, що утворюється внаслідок тертя металевих деталей автомобілів.

Наведені дані свідчать про декілька типів запорошення приземного шару повітря на території Івано-Франківської обл., які можна класифікувати за статистичними параметрами осідання завису у сніговій воді. Для перевірки гіпотези про однорідність результатів спостережень і виявлення даних, що можуть належати до різних типів запорошення, застосовано процедуру аналізу, яка охоплювала: 1) перевірку даних щодо однорідності за *t*-критерієм (формула (3)); 2) перевірку утворених після першої процедури вибірок щодо однорідності за значенням коефіцієнта концентрації (формула (6)); 3) виділення за критерієм аномальності ($x_i<C_A$, формула (5)) із вибірки з найменшим середнім сукупності даних, які приймають як такі, що описують місцевий природний фон.



а *б*

Рис. 2. Просторовий розподіл дисперсії значення каламутності снігової води (*а*) та показника неоднорідності завису (*б*) на досліджуваній території. Значення $Д_{НОК}$ наведено у логарифмічній шкалі: *1* – контур області; *2* – населені пункти; *3* – Бурштинська ТЕС; *4* – місця спостережень

За описаною вище процедурою перевірено базові вибірки значень параметрів $П_{НОК}$, $П_{седимент}$, $Д_{НОК}$, $R_{НОК}$, утворені згідно з умовами техногенезу. Базові вибірки згідно з $П_{НОК}$ та $Д_{НОК}$ розділено кожну на чотири вибірки. Оскільки зимові пилуваті випадання з атмосфери в регіоні є переважно техногенними, то вибірки, зроблені за ознакою густини випадань і параметрів осідання завису у сніговій воді, ми вважаємо такими, що відповідають умовам техногенезу в місцях спостережень. Чотири утворені вибірки умовно названо зонами (див. табл. 2, рис. 3): критичного техногенного забруднення приземного шару повітря (КЗ); техногенного забруднення (ТЗ); техногенного фону (ТФ); природного фону (ПФ).

Таблиця 2

Оцінка збіжності пікетів за значеннями $П_{НОК}$ та $Д_{НОК}$ та відносний розподіл за рівнями забруднення снігової води

Параметри	**ПФ**	**ТФ**	**ТЗ**	**КЗ**
Збіжність, %	68	80	67	91
Усереднена за $П_{НОК}$ та $Д_{НОК}$ частка пікетів, %	12	53	19	16

Перевірка щодо збіжності утворених за параметрами $П_{НОК}$ та $Д_{НОК}$ вибірок засвідчила найбільшу подібність переліку пікетів із зони критичного забруднення і техногенного фону, збіжність – 91 та 80 %, відповідно. Меншу подібність мають вибірки зони техногенного забруднення та природного фону (див. табл. 2). Різниця збіжності

утворилася внаслідок того, що у випадку КЗ та ТФ згрупувались пікети під впливом порівняно однотипних джерел атмосферної емісії (у зоні впливу Бурштинської ТЕС та Калуської ТЕЦ) та місця фонового забруднення, переважно від автодоріг.

Менша збіжність вибірок, віднесених до умов техногенного забруднення та природного фону, зумовлена тим, що в першому випадку об'єднано місця під впливом середньої та малих потужностей джерел атмосферної емісії різного типу техногенних об'єктів, від яких утворюється різний за фізичними властивостями пил. Наприклад, місць видобутку нафти, деревообробних підприємств, урболандшафтів тощо. Під маркою природного фону об'єднано пікети, що перебувають під слабким впливом різнорідних джерел атмосферної емісії – як місцевих, так і регіональних.

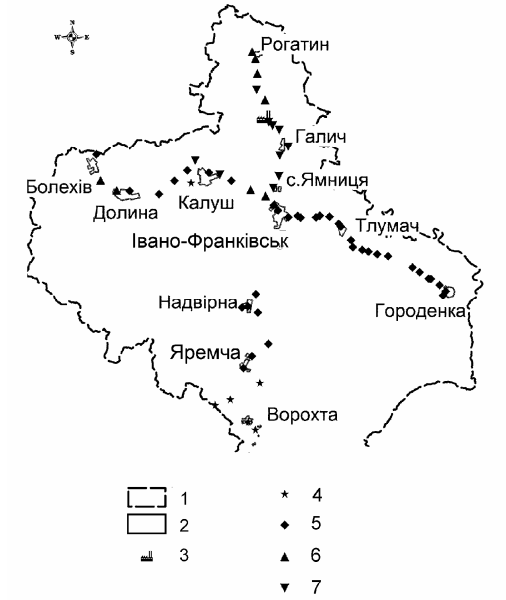


Рис. 3. Розподіл місць спостереження за ознакою техногенного навантаження (запорошення приземного шару повітря): *1* – контур області; *2* – населені пункти; *3* – Бурштинська ТЕС. Запорошеність повітря: *4* – природний фон; *5* – техногенний фон; *6* – техногенне забруднення; *7* – критичне забруднення

Для перевірки вірогідності зонування за умовами техногенезу, а також зв'язку зі створеними вибірками параметрів $П_{седимент}$ та $R_{НОК}$ виконано дисперсійний аналіз даних. У ході аналізу перевіряли такі гіпотези: 1) вибірки за кожним параметром, утворені згідно з умовами техногенезу, належать до однієї базової вибірки відповідного параметра (порівняно попарно вибірки за одним параметром з різних умов техногенезу); 2) вибірки за різними параметрами з однакових умов техногенезу мають однакове математичне очікування (порівняно попарно вибірки за різними параметрами з однакових умов техногенезу); 3) вибірки за різними параметрами з різних умов техногенезу мають однакове математичне очікування (порівняно попарно вибірки за різними параметрами з різних умов техногенезу).

Перевірка першої гіпотези дала змогу виявити, що вибірки даних відповідно до умов техногенезу, утворені параметрами $П_{НОК}$, $Д_{НОК}$ та $R_{НОК}$, є різними. Значення

ISSN 2078-6441. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2014. Випуск 47

вірогідної подібності вибірок за *t*-критерієм є в інтервалі від 0 до $n\times10^{-2}$, крім пікетів природного та техногенного фону, критерій подібності яких становить 0,18. Різниця за параметром $П_{седимент}$ між пробами із зони природного фону, з одного боку, та вибірками з інших умов техногенезу, з іншого, – становить від 0,11 до 0,14. Вибірки за параметром $П_{седимент}$ із зон техногенезу ФТ, ТЗ, КЗ подібні між собою, їхнє значення *t*-критерію – від 0,44 до 0,49. Висновок: вибірки за ознакою техногенного навантаження є різними, менше відрізняються вибірки в різних умовах техногенного забруднення за параметром $П_{седимент}$.

За другою гіпотезою дані $П_{НОК}$ та $R_{НОК}$ виявляють за *t*-критерієм нульове значення вірогідної подібності щодо інших параметрів снігової води. Значення *t*-критерію для параметрів $П_{седимент}$ та $Д_{НОК}$ за умов техногенезу, крім ТФ, мало відрізняється від нуля ($n\times10^{-2}$). Техногенний фон за параметрами $П_{седимент}$ та $Д_{НОК}$ не відрізняється зі значенням *t*-критерію 0,94. Висновок: вибірки є різними за названими параметрами, крім вибірок техногенного фону за параметрами $П_{седимент}$ та $Д_{НОК}$, які математичним очікуванням дисперсій не відрізняються.

За третьою гіпотезою взаємно порівнювані вибірки у більшості випадків за різними умовами техногенезу та параметрами снігової води є різними, тобто за *t*-критерієм мало відрізняються від нуля ($n\times10^{-2}$). У тому числі й вибірки ПФ та ТФ за параметрами $П_{седимент}$, $Д_{НОК}$ та $П_{НОК}$, зі значеннями *t*-критерію від 0,12 до 0,33. Натомість, вибірка ТФ не відрізняється від ТЗ та КЗ за параметром $П_{седимент}$ зі значеннями *t*-критерію 0,88 та 0,89, відповідно. Висновок: вибірки є різними за більшістю параметрів снігової води за всіх названих умов техногенного навантаження. Винятком є вибірки із зон техногенезу (ТФ, ТЗ та КЗ), що не відрізняються за параметром $П_{седимент}$.

Виконаний дисперсійний аналіз підтвердив правильність поділу базових вибірок даних густини випадань пилу та дисперсії НОК у разі осідання завису у сніговій воді на вибірки за ознакою умов техногенезу в місцях спостережень. Аналіз засвідчив, що значення критерію оцінки динаміки осідання завису у сніговій воді $R_{НОК}$ також відповідає умовам техногенезу. Відсутність різниці математичного очікування вибірок за параметрами $П_{седимент}$ та $Д_{НОК}$ для умов ТФ підтверджує зроблене вище припущення про подібність седиментованого атмосферного пилу в названих умовах техногенезу. Результатами аналізу підтверджено відмінність вибірки пікетів природного фону від вибірок з інших умов техногенезу за всіма параметрами снігової води.

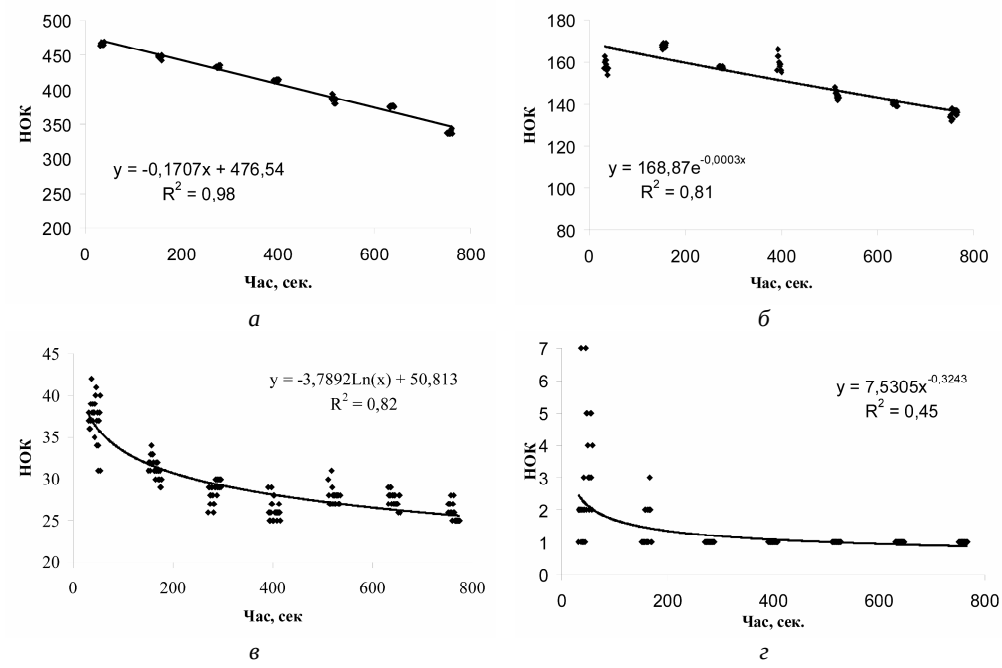
Розподіл даних за умовами техногенного навантаження виявив, що найменша частина обстежених пікетів перебуває в умовах регіонального природного фону (12 %), більше третини – в умовах техногенного забруднення, половина – в умовах техногенного фону (див. табл. 2). З урахуванням того, що трансекти спостережень перетинають усю територію Івано-Франківської обл., можна зробити висновок, що розподіл пікетів за умовами випадання атмосферного пилу відображає розподіл цього параметра забруднення на всій території області. Результати регресійного аналізу осідання завису у сніговій воді засвідчили, що значення НОК залежно від часу осідання апроксимовані за різними законами, які, відповідно, неоднаково розподілені за умовами запорошення приземного шару повітря в місцях спостережень (див. табл. 3).

Порівняння середніх значень R^2, обчислених за лінійним трендом, свідчить, що вони закономірно зменшуються від 0,92 для умов критичного забруднення до 0,33 в умовах природного фону. У місцях найбільшого техногенного навантаження (КЗ), на північ та захід від Івано-Франківська, осідання завису у сніговій воді переважно (80 % випадків) апроксимоване за лінійним законом (див. рис. 4, *а*).

Таблиця 3

Частка типів регресії (%) та значення коефіцієнтів детермінації R^2, якими описують динаміку осідання завису у пробах снігової води за різних умов техногенезу

Параметри апроксимації та кореляції	Усі дані	Умови техногенного навантаження			
		ПФ	ТФ	ТЗ	КЗ
Лінійна	21	0	5	33	80
Логарифмічна	43	17	58	33	10
Експоненційна	22	17	24	33	10
Степенева	14	67	13	0	0
Середнє значення R^2	0,59	0,33	0,63	0,83	0,92



а *б* *в* *г*

Рис. 4. Тренди осідання завису у сніговій воді за різних умов техногенного навантаження: *а* – критичне забруднення; *б* – техногенне забруднення; *в* – техногенний фон; *г* – природний фон

На рис. 4 зображено тренд осідання завису у пробі, відібраній за 3,5 км на південний схід від Бурштинської ТЕС. В умовах зменшення густини випадань пилу та збільшення різноманітності його фізико-хімічних властивостей завдяки участі у формуванні атмосферних домішок джерел емісії, що належать до різних галузей виробництва, а також в умовах значного урбаністичного навантаження (ТЗ), осідання завису апроксимоване однаково (по 33 %) лінійною, логарифмічною та експоненційною регресіями. На рис. 4, *б* показано приклад осідання завису у сніговій воді з хвостосховищ хімічного комбінату у м. Калуш (час лежання снігу до моменту відбору – дві доби). Закон, за яким відбувається осідання завису у названих умовах, зберігає тенденцію до лінійності, оскільки значення R^2 для умов ТЗ є високим (0,83). Зростання в атмосферних випаданнях частки пилу з меншою густиною приводить до

подальшого зменшення лінійності процесу осідання завису, який за умов техногенного фону найліпше апроксимований логарифмічною регресією (58 %). На рис. 4, *в* відображено тренд осідання завису у пробі з м. Тлумач. За умов природного фону осідання завису переважно (67 %) описуване степеневою залежністю. У цих умовах частка техногенного пилу зі значною густиною швидко осідає, після чого настає тривалий процес повільного осідання легкого біогенного пилу, концентрація якого є незначною, як це видно на прикладі проби, відібраної біля с. Яблунів (неподалік від перевалу Буковель) на висоті 1 038 м (див. рис. 4, *г*). Наведені результати свідчать, що для загальної тенденції зміни фізико-хімічних властивостей атмосферного пилу в місцях спостережень характерне зменшення лінійності тренду осідання завису у сніговій воді зі зменшенням техногенного навантаження.

Отже, спостереження засвідчили, що для діагностики та моніторингу техногенних атмосферних пилуватих випадань у холодний період року доцільно застосовувати нефелометричний аналіз завису у сніговій воді. Цей метод оцінки фізико-хімічних властивостей пилуватих атмосферних випадань за динамікою та характером осідання завису у сніговій воді дає змогу діагностувати техногенне навантаження. Кількісна оцінка за концентрацією пилу у сніговій воді та оцінка за його якісними параметрами – динамікою та характером осідання завису, допомогли дослідити просторовий розподіл навантаження техногенних атмосферних випадань на території Івано-Франківської обл. З'ясовано, що найменша частина території перебуває в умовах регіонального природного фону (12 %), більше третини – в умовах техногенного забруднення, половина – в умовах техногенного фону. Отримані результати можна використати в ході регіонального екологічного моніторингу довкілля у Передкарпатті.

Висловлюємо щиру подяку директору НДІ "Гірліс", д-ру біол. наук, проф. В. І. Парпану за цінні рекомендації та надану підтримку у виконанні дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Ершов Г. Л.* Оценка степени загрязнения снега вблизи автодорог с интенсивным движением / Г. Л. Ершов, Р. Г. Парасич // Вестник Омского гос. пед. ун-та. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.omsk.edu. (2006).
2. Геохимия окружающей среды / [Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др.]. – М. : Недра, 1990. – 335 с.
3. *Лакин Г. Ф.* Биометрия : Учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин : 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
4. РМГ 43-2001. ГСИ. Применение "Руководства по выражению неопределенностей измерений" / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск : ИПК "Издательство стандартов", 2003.
5. *Скорбун А. Д.* До проблеми впровадження методики оцінки невизначеностей вимірювань / А. Д. Скорбун, Б. М. Сплошной // Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. – 2010. – Вип. 14. – С. 95–101.
6. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / [А. П. Соловов, А. Я. Архипов, В. А. Бугров и др.]. – М. : Недра, 1990. – 335 с.

Стаття: надійшла до редакції 28.04.2014
доопрацьована 14.08.2014
прийнята до друку 10.09.2014

ISSN 2078-6441. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2014. Випуск 47

DUSTY ATMOSPHERIC SEDIMENTS OF COLD SEASON OF THE YEAR IN IVANO-FRANKIVSK REGION

Dmytro Ganzha[1], Ryta Ganzha[2]

[1] Ivano-Frankivsk branch of Ukrainian Geographical Society,
Galitska Str., 201, UA – 76018 Ivano-Frankivsk, Ukraine,
e-mail: gandyber@gmail.com
[2] Ivano-Frankivsk Higher Vocational School N 21,
Tysmenytska Str., 248, UA – 76018 Ivano-Frankivsk, Ukraine

Physical properties of dusty sediment on snow cover in the Forecarpathian region were studied. Analysis of the suspension of atmospheric dust in melted snow was conducted by nephelometry method. The evaluation of the properties of the dust was carried out by the sedimentation dynamics of the particles of suspension in melted snow. The data were processed by methods of correlation, regression, variance, ecological and geochemical analyses. It was established that 12 % of surveyed area are in a regional natural background, more than a third is in a man-made pollution, a half is in a man-made background.

Key words: atmospheric air dust, environmental monitoring, observation of snow, man-made pollution.