

УДК 504.064

doi:10.20998/2413-4295.2017.53.18

ВПЛИВ СУМСЬКОЇ ТЕЦ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ**Г. М. М'ЯКАЄВА**

Кафедра прикладної екології, Сумський державний університет, м. Суми, УКРАЇНА
e-mail: hannatiakaieva@gmail.com

АНОТАЦІЯ Представлена оцінка впливу Сумської ТЕЦ на екологічний стан прилеглих територій м. Суми при надходженні забруднюючих речовин з газовими викидами та при фільтрації в зоні аерації і золошлакозасувача. Проведена оцінка забруднення снігового покриття та ґрунтів за сумарним показником забруднення, рослинності - за коефіцієнтом біогеохімічної активності, показали, що діяльність Сумської ТЕЦ призводить до збільшення концентрацій важких металів в депонуючих середовищах. Рівень забруднення снігового покриття за середніми значеннями Zc відноситься до припустимого, ґрунтів в зоні аерації – припустимий, в зоні золовідвалу: для верхнього горизонту – середній, для нижнього – низький.

Ключові слова: теплова електростанція; важкі метали; міграція; золовідвал; ґрунти; сніговий покрив; рослинність.

THE IMPACT OF SUMY TPP ON THE ENVIRONMENT OF SURROUNDING AREA**Н. МІАКАЄВА**

Applied Ecology Department, Sumy State University, Sumy, UKRAINE

ABSTRACT The purpose of the work is to determine the influence of thermal power plant on atmospheric air and soil and the study of heavy metals migration in environmental components. The estimation of the influence of Sumy TPP on the environment condition of the surrounding territories of Sumy during the income of pollutants with gas emissions and filtration from the zone of aeration and ash and slug dump is presented. For studies of the impact of the TPP on the adjacent territory was organized a network of observation points in the zone of influence the Sumy TPP. The assessment of atmospheric air pollution was carried out by studying the snow cover. Complex estimation of the pollution of adjacent territories to the thermal power plant was carried out using the total pollution index. Samples of snow cover, soil and vegetation were sampled, and tested for the content of heavy metals. An assessment was made of the pollution of snow cover and soils by the total pollution index and for the grass pollution by the coefficient of biogeochemical activity. Studies have shown that the level of snow cover pollution in the aeration zone of Sumy TPP is low. The level of soil contamination in the aeration zone of Sumy TPP is low, and the soils in the ash and slug dump zone: for the upper horizon are high, for the lower - medium, indicating the complex impact of atmospheric air pollution and the migration of substances from the body of the ash dip. The study of the most common types of grass *Taraxacum officinale* and *Elytrigia repens* showed the ways of migration of heavy metals and allowed to recommend these plants for bioindication of soil contamination by heavy metals. The assessment of the pollution of territories adjacent to the thermal power plant showed that the activity of Sumy TPP leads to increasing of heavy metals concentrations in environment.

Key words: thermal power plant; heavy metals; migration; ash and slug dump; soils; snow cover; plants.

Вступ

Зростаючий попит на електроенергію і тепло зумовлює підвищення обсягів їх виробництва, що призводить до комплексного негативного впливу об'єктів теплоенергетики на довкілля та підвищення ризику для населення, яке проживає в зоні впливу ТЕЦ [1,2]. На сьогоднішній день підприємства теплоенергетики України відносяться до основних забруднювачів навколишнього середовища. За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2015 році [3] у розрізі видів економічної діяльності найбільша частка викидів забруднюючих речовин – 41,1 % (без урахування діоксиду вуглецю) - припадає на постачання електроенергії, газу, води.

Основу енергетики України сьогодні складають теплові електростанції на органічному паливі, що забезпечують 75-80 % усього виробництва

електроенергії. Нова енергетична політика України направлена на зменшення споживання природного газу і перехід на використання твердого палива різних типів. Розвиток теплової енергетики прогнозується з переважним використанням вугілля, частка якого в у 2030 році в паливному балансі становитиме 85,1 % [4]. Так як при спалюванні вугілля утворюється більше забруднюючих речовин, зокрема важких металів, ніж при спалюванні газу, то це призводить до збільшення екологічного навантаження на оточуюче середовище.

Екологічний вплив теплоелектростанцій на довкілля полягає у хімічному та механічному забрудненні атмосферного повітря, зміні природного режиму водовикористання, тепловому та хімічному забрудненні поверхневих і підземних вод, відчуженні та порушенні земельних ресурсів. Крім прямого впливу потрібно враховувати, що всі принесені з газовими викидами теплоелектростанцій хімічні

елементи мають здатність до міграції в ґрунти, підземні і поверхневі води, що створює додаткове забруднення в цих середовищах. В публікаціях, присвячених екологічному впливу ТЕС на довкілля проблемі золошлакових відходів, викидів в атмосферу сполук вуглецю, азоту, сірки приділено велику увагу. Однак негативний вплив важких металів, які містяться в продуктах спалювання, досліджено значно менше. Важкі метали відносяться до пріоритетних забруднюючих речовин, спостереження за якими обов'язкові у всіх середовищах [1]. При визначенні впливу конкретного підприємства на забруднення прилеглих територій важкими металами важливо звертати увагу на рухомі форми важких металів, дослідження яких дає можливість оцінити здатність забруднюючих речовин переходити із твердої фази ґрунту в ґрунтовий розчин, а після цього переміщуватись вниз по ґрунтовому профілю, потрапляти в ґрунтові та підземні води і по трофічному ланцюгу переходити в організм людини.

Тому для оцінки впливу об'єктів теплоенергетики на довкілля потрібен моніторинг не тільки всіх складових навколишнього середовища, але і дослідження шляхів міграції забруднюючих речовин.

Оцінці впливу теплоелектростанцій на компоненти довкілля присвячено цілий ряд робіт вітчизняних та зарубіжних науковців [5-12]. В роботах [6-10] розглянуто вплив теплоелектростанцій на атмосферне повітря. Авторами [9, 10] показано, що склад викидів при спалюванні твердого палива, вміст важких металів, радіоактивність, і, відповідно, вплив на довкілля, залежать від родовища вугілля. Використання показників шкідливості палива дозволяє розробити заходи по зменшенню викидів забруднюючих речовин та контролю стану компонентів навколишнього середовища. Осадження забруднюючих речовин з газових викидів призводить до забруднення ґрунту [11] та міграції важких металів в підземні та поверхневі води.

Для оцінки забруднення атмосферного повітря викидами теплоелектростанцій використовують моніторинг снігового покриву. Дослідження снігового покриву прилеглих до ТЕЦ територій [12] показало, що забруднюючі речовини з газовими викидами переносяться на значні відстані та сприяють забрудненню ґрунтів при таненні снігу.

Одним з найважливіших біогеохімічних бар'єрів для більшості поллютантів на шляху їх міграції в поверхневі та підземні води є ґрунти. Це враховується при екологічному нормуванні. У найбільш цілісному вигляді екологічне нормування ґрунтів реалізовано у Німеччині в системі стандартів DIN, які встановлено, перш за все, з метою захисту підземних вод від забруднення; при цьому критерії забрудненості залежать від пояса (зони) охорони джерела підземних вод, а також від типу і, відповідно, проникності ґрунтів [13]. На поведінку важких металів в ґрунті впливають окислювально-відновні

умови і кислотність [1,14-16]. Міграційна здатність міді, нікелю, кобальту і цинку у лужному середовищі знижується на 1-2 порядки в порівнянні з окислювальним; в кислому середовищі більшість металів більш рухливі. У більшості випадків накопичення важких металів виявляється в верхньому 20-сантиметровому шарі і перевищує їх вміст в нижчих шарах в 2-3 і більше разів.

В роботі [2] Прибиловою В.М. досліджена міграція забруднюючих речовин в підземні води в районі розміщення ТЕЦ, та показано, що основними джерелами забруднення вод є викиди забруднюючих речовин підприємства, які осаджуються на поверхні ґрунтів та фільтрація забруднених вод через слабо екрановане ложе золівідвалу. Золівідвали теплоелектростанцій є джерелом комплексного забруднення ґрунтів при фільтрації та аераційному перенесенні забруднюючих речовин з поверхні відвалу [17-19] та потенційним джерелом забруднення природних вод.

З метою оцінки стану довкілля під впливом техногенної діяльності часто використовується біоіндикація [20-23]. Глибина біоіндикації може бути різною від простої візуальної діагностики рослин до вивчення імунних та генетичних змін в організмі індикаторів. Забрудненість компонентів навколишнього середовища створює стресові умови, які викликають накопичення важких металів в рослинах, що й використовується для біоіндикації забруднених територій. В роботі [22] показано, що забруднення рослин-індикаторів залежить від типу ґрунтів та хімічного елементу. При цьому різні рослини здатні до накопичення певного важкого металу. Дослідження, проведені авторами [24], показали, що кульбаба, полин, підбіл звичайний мають високу акумуляційну здатність до важких металів, що дозволяє розглядати ці рослини як перспективні для фітореMediaції міських територій.

Проведений аналіз літературних даних показав складність питання оцінки впливу об'єктів теплоенергетики на довкілля та відсутність стандартизованої системи визначення форм знаходження важких металів у природних об'єктах. В зв'язку з цим виникає необхідність проведення різних видів моніторингу складових навколишнього середовища.

Ціль роботи

Метою роботи є визначення впливу Сумської ТЕЦ на забруднення атмосферного повітря і ґрунтів та дослідження міграції важких металів в компонентах навколишнього середовища.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- дослідити міграцію важких металів з газових викидів Сумської ТЕЦ в довкілля шляхом вивчення снігового покриву в зоні впливу теплоелектростанції;

- визначити вміст важких металів у ґрунтах зони аерації та в районі розміщення золошлаконакопичувача Сумської ТЕЦ;

- провести визначення вмісту важких металів в представницьких видах трав'янистої рослинності.

Викладення основного матеріалу

ТОВ «Сумитеплоенерго», до складу якого входить Сумська ТЕЦ, є одним з найбільших забруднювачів повітря Сумської області. Викиди підприємства за 2015 р. становили 2,92 тис. тонн або 16,69 % від загального обсягу викидів по Сумській області [25], що негативно впливає на стан довкілля. За даними інвентаризації викидів, Сумська ТЕЦ викидає в атмосферне повітря 35 забруднюючих речовин, серед них цілий ряд важких металів. Викиди важких металів збільшились при переході на тверде паливо.

При проведенні досліджень впливу Сумської ТЕЦ на довкілля враховувались природно-кліматичні фактори. Переважаючими для міста в цілому являються вітри з південно-східною і північно-західною складовими, повторюваність яких складає відповідно 17,5 % і 15 %, що чинить істотний вплив на забруднення атмосферного повітря в місті. Сумська ТЕЦ розташована в північно-східному районі міста. Низинний рельєф цієї частини міста і погана провітрюваність посилюють несприятливу дію викидів забруднюючих речовин на якість навколишнього середовища.

Майданчик Сумської ТЕЦ розташований на правому березі р. Псел. Верхня частина геологічного розрізу даної території складається четвертинних, палеогенових і крейдових відкладів. Золошлаковідвал розташований на лівому низькому березі р. Псел. Ґрунти в районі дослідження представлені чорноземами мало- і слабо гумусовими, чорноземами опідзоленими, луговими солонцюватими. Безпосередньо на майданчику золовідвалу розріз доповнюється техногенними насипними утвореннями - золошлаковою сумішшю і ґрунтами, що складають обвалування [26].

Для досліджень впливу підприємства на прилеглі території була організована мережа спостережних пунктів в зоні впливу Сумської ТЕЦ та золошлаконакопичувача (рис. 1).

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводилась по сніговому покриву у відповідності з [27]. Проби снігового покриву відбирались із навітряної та підвітряної сторони підприємства на відстані 500, 1000 і 1500 м від підприємства та на відстані 100 м від золошлаконакопичувача. Контрольні зразки проб (фонові проби) були відібрані на відстані 10 км від джерела викидів. Сніг відбирався в лютому, на початку періоду сніготанення з рівної поверхні. Об'єм талої води становив 2,5 л. Визначення рН відібраних проб здійснювалось потенціометричним методом за допомогою

потенціометра «Checker», концентрації важких металів – методом атомно-абсорбційної спектроскопії на спектрофотометрі С115-М1. Вміст завислих речовин визначався гравіметричним методом.

Відбір проб ґрунтів проводився відповідно до вимог ГОСТ 17.4.4.02-84 (DSTU 180 14 255:2005, DSTU 4405:2005). Для оцінки перенесення речовин з атмосферного повітря та безпосередньо з тіла золовідвалу відбір проб проводився пошарово з глибини 0-20 см і 20-40 см. Об'єднану пробу складали не менше, ніж з п'яти точкових проб, взятих з одного майданчика. Маса кожної проби становила не менше 1 кг.

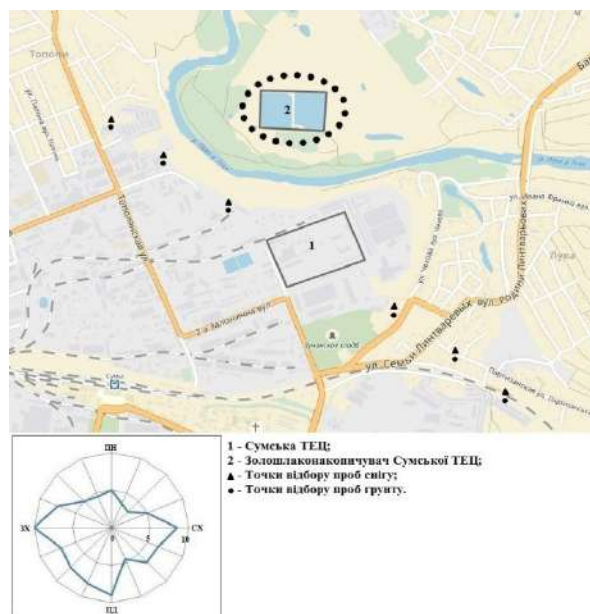


Рис. 1 – Схема точок відбору проб

З метою біоіндикації забрудненості прилеглих до Сумської ТЕЦ територій в місцях відбору ґрунтових проб проводився збір трав'янистої рослинності. Найбільш репрезентативними серед відібраних видів рослин виявилась Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*) та Пірій повзучий (*Elytrigia repens*). Вибір рослин визначався їх таксономічною належністю та кількістю на досліджуваних територіях.

Проби ґрунтів та рослин були відібрані методом конверта з подальшим просушуванням та просіюванням через сита, а проби рослин подрібнювались до порошкоподібного стану. Повітряно-сухі проби зберігались в скляній тарі. Для приготування витяжки з повітряно-сухих зразків був використаний ацетатно-амонійний буферний розчин із рН = 4,8. Проби рослин попередньо піддавали мокрому озоленню сумішшю концентрованих кислот HNO_3 : HClO_4 в об'ємному відношенні 4:1.

Комплексну оцінку ступеню забруднення по сумарному показнику забруднення проводили за формулою (1) [27]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1), \quad (1)$$

де Z_c – сумарний показник забруднення; K_{ci} – коефіцієнт концентрації i -ї забруднюючої речовини, n – число речовин.

Коефіцієнт концентрації враховує токсичність забруднюючих речовин по відношенню до фонових територій:

$$K_{ci} = C_i / C_{\phi i}, \quad (2)$$

де C_i – концентрація i -ї забруднюючої речовини; $C_{\phi i}$ – фонові концентрації i -ї забруднюючої речовини.

Результати дослідження снігового покриву в районі розташування Сумської ТЕЦ наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Концентрація забруднюючих речовин в пробах талої води

| Назва речовини | Фонові концентрації, мг/л | Концентрація забруднюючих речовин на відстанях, мг/л | | |
|-----------------|---------------------------|--|--------|--------|
| | | Пд-Сх | | |
| | | 500 | 1000 | 1500 |
| Тверді частинки | 5,8 | 140 | 85,1 | 70 |
| Cr | 0,001 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Ni | 0,005 | 0,012 | 0,054 | 0,022 |
| Cu | 0,003 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Zn | 0,01 | 0,012 | 0,025 | 0,014 |
| pH | 5,85 | 6,81 | 7,31 | 7,13 |
| | | Пн-Зх | | |
| Тверді частинки | 5,8 | 500 | 1000 | 1500 |
| Cr | 0,001 | 136 | 66,7 | 50,4 |
| Ni | 0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Cu | 0,003 | 0,012 | 0,018 | 0,01 |
| Zn | 0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| pH | 5,85 | 0,012 | 0,016 | 0,007 |

Сумарний показник забруднення снігу на різних відстанях від Сумської ТЕЦ наведений в таблиці 2.

Відповідно до сумарного показника забруднення в районі Сумської ТЕЦ спостерігається допустимий рівень забруднення снігового покриву.

Результати досліджень концентрації важких металів в ґрунтах наведені в таблицях 3, 4. Для оцінки ступеню забруднення ґрунтів був розрахований сумарний показник хімічного забруднення важкими металами за формулою 1 для південно-східного напрямку (табл. 5).

Таблиця 2 - Сумарний показник забруднення снігу

| Назва речовини | K_{ci} | | | | | |
|-----------------|----------|------|------|-------|------|------|
| | Пд-Сх | | | Пн-Зх | | |
| | 500 | 1000 | 1500 | 500 | 1000 | 1500 |
| Тверді частинки | 24,1 | 14,7 | 12,1 | 23,4 | 11,5 | 8,7 |
| Cr | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Ni | 2,4 | 10,8 | 4,4 | 2,4 | 3,6 | 2 |
| Cu | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 |
| Zn | 1,2 | 2,5 | 1,4 | 1,2 | 1,6 | 0,7 |
| Z_c | 31,1 | 31,3 | 21,2 | 30,4 | 20,1 | 14,7 |

Величина інтенсивності накопичення ВМ рослинністю визначалась коефіцієнтом біологічного поглинання (КБП), який дорівнює відношенню вмісту елемента у золі рослини до його вмісту в ґрунті. Коефіцієнт біогеохімічної активності (БХА) визначався як сума КБП. Аналіз коефіцієнта біологічного поглинання дозволив виявити закономірності поглинання важких металів рослинами (табл. 6).

Таблиця 3 - Концентрація важких металів в пробах ґрунту в зоні аерації

| Назва речовини | Фонові концентрації, мг/кг | Концентрація ЗР на відстанях, мг/кг | | |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------------|------|------|
| | | Пд-Сх | | |
| | | 500 | 1000 | 1500 |
| Горизонт 0 - 20 см | | | | |
| Cr | 50 | 100 | 210 | 150 |
| Ni | 30 | 60 | 90 | 80 |
| Cu | 30 | 60 | 95 | 80 |
| Zn | 60 | 60 | 75 | 60 |
| Горизонт 20-40 см | | | | |
| Cr | 50 | 90 | 180 | 110 |
| Ni | 40 | 55 | 80 | 70 |
| Cu | 30 | 30 | 50 | 45 |
| Zn | 60 | 60 | 80 | 60 |
| | | Пн-Зх | | |
| Горизонт 0 - 20 см | | | | |
| Cr | 50 | 90 | 130 | 100 |
| Ni | 30 | 50 | 75 | 60 |
| Cu | 30 | 50 | 80 | 60 |
| Zn | 60 | 60 | 70 | 60 |
| Горизонт 20-40 см | | | | |
| Cr | 50 | 60 | 80 | 60 |
| Ni | 30 | 40 | 60 | 50 |
| Cu | 30 | 30 | 40 | 30 |
| Zn | 60 | 50 | 60 | 55 |

Таблиця 4 - Концентрація забруднюючих речовин в пробах ґрунту в районі золошлаковідвалу

| Горизонт | Забруднююча речовина, мг/кг | | | |
|------------|-----------------------------|-----|----|----|
| | Cu | Zn | Ni | Cr |
| 0 - 20 см | 695 | 212 | 45 | 71 |
| 20 – 40 см | 412 | 160 | 28 | 52 |

Таблиця 5 - Коефіцієнти концентрації та сумарний показник забруднення ґрунтів по ґрунтовим горизонтам

| Забруднююча речовина | K_{ci} | |
|----------------------------|--------------------|-------------------|
| | Горизонт 0 - 20 см | Горизонт 20-40 см |
| Зона аерації | | |
| Cr | 3,07 | 2,53 |
| Ni | 2,56 | 1,71 |
| Cu | 2,95 | 1,38 |
| Zn | 1,08 | 1,11 |
| Зона золошлакозакоричувача | | |
| Cr | 1,42 | 1,04 |
| Ni | 1,50 | 0,93 |
| Cu | 23,17 | 13,73 |
| Zn | 3,53 | 2,67 |
| Зона аерації | | |
| Cr,Ni,Cu,Zn | 6,66 | 3,73 |
| Зона золошлакозакоричувача | | |
| Cr,Ni,Cu,Zn | 26,62 | 15,37 |

Таблиця 6 - Коефіцієнти біологічного поглинання рослинами в зоні розміщення Сумської ТЕЦ

| Місце відбору проб | Елемент | Вміст ВМ, мг/кг | КБП |
|--|---------|-----------------|-------|
| Кульбаба лікарська <i>Taraxacum officinale</i> | | | |
| Зона аерації | Cr | 0,9 | 0,005 |
| | Ni | 3,9 | 0,04 |
| | Cu | 5,7 | 0,06 |
| | Zn | 7,4 | 0,1 |
| | БХА | | 0,21 |
| Зона золошлаковідвалу | Cr | 0,36 | 0,005 |
| | Ni | 1,8 | 0,04 |
| | Cu | 50 | 0,07 |
| | Zn | 19 | 0,09 |
| | БХА | | 0,21 |
| Пирій повзучий <i>Elytrigia repens</i> | | | |
| Зона аерації | Cr | 0,84 | 0,004 |
| | Ni | 0,9 | 0,01 |
| | Cu | 2,85 | 0,09 |
| | Zn | 3,4 | 0,04 |
| | БХА | | 0,14 |
| Зона золошлаковідвалу | Cr | 0,36 | 0,005 |
| | Ni | 0,68 | 0,015 |
| | Cu | 62 | 0,09 |
| | Zn | 11 | 0,05 |
| | БХА | | 0,16 |

При візуальному огляді наземної частини Кульбаби лікарської на території золошлакозакоричувача виявлено плямистий хлороз з переходом у некроз, що свідчить про забруднення ґрунтів.

Обговорення результатів

При оцінці екологічної небезпеки забруднення навколишнього середовища в зоні впливу Сумської ТЕЦ приймали до уваги не тільки інтенсивність, але і присутність елементів, віднесених до першого і другого класів небезпеки. Серед поллютантів, контрольованих в ході дослідження, до I класу небезпеки відносяться Zn, до II класу небезпеки – Ni, Cu, Cr. Проведені дослідження показали, що розташування Сумської ТЕЦ на підвищенні та значна висота труб (62 м та 100 м) сприяють «перекиду» забруднюючих речовин. Це пояснює максимальні концентрації забруднювачів на відстані 1000 м від джерела забруднення.

Дослідження снігового покриву показали, що забруднення атмосферного повітря призводить до зростання рН снігу на відстані 1000 м від теплоелектростанції. Цей фактор буде сприяти підвищенню лужності ґрунтів при таненні снігу та рухомості аніонних форм важких металів, і, відповідно, полегшить міграцію забруднюючих речовин в підземні води. Як свідчать дані табл. 1, майже у всіх контрольних точках спостерігається перевищення вмісту важких металів в сніговому покриві. Найбільший рівень забруднення спостерігається для Ni (близько 10 фонових концентрацій) та Zn (близько 2 фонових концентрацій).

Результати досліджень ґрунтів в зоні аерації Сумської ТЕЦ, наведені в табл. 3, показали перевищення фонових концентрацій досліджуваних важких металів у верхньому шарі ґрунту в південно-східному напрямку, що відповідає найбільшим концентраціям забруднюючих речовин у сніговому покриві та свідчить про аерозольне забруднення. Максимальний внесок в забруднення ґрунтів в зоні аерації Сумської ТЕЦ чинить хром, а в зоні золошлакозакоричувача – мідь. Найбільша міграція вниз по профілю спостерігається для хрому, цинку та міді. Збільшення вмісту ВМ та їх здатності до міграції залежить не тільки від значення рН ґрунту, а й від основних агрохімічних показників ґрунту – цим пояснюється відмінність отриманих результатів. Вміст Cu та Zn нижчий в зоні аерації, ніж в точках відбору проб біля золошлакозакоричувача, що свідчить про вплив накопичення золошлакових відходів на екологічний стан ґрунтів.

Отримані дані свідчать про припустимий рівень забруднення ґрунтів в зоні аерації Сумської ТЕЦ, середній рівень забруднення ґрунтів на глибині 0-20 см і низький - на глибині 20-40 см в зоні

розташування золошлаконакопичувача, про що свідчить сумарний показник забруднення.

Дослідження представницьких видів рослинності в районі Сумської ТЕЦ показало, що рослини Пирію повзучого *Elytrigia repens* накопичують іони міді в кількостях, які значно перевищують концентрації в ґрунті. Це пояснюється біогенністю даного елемента, який входить в склад активного центру поліфенолоксидаз та приймає участь в фотосинтезі. Для інших досліджуваних елементів виявлено фізіологічний бар'єр, який перешкоджає їх надходженню в рослину. Розподіл вмісту важких металів в пирії повзучому має вигляд: $Cu > Zn > Ni > Cr$. Для кульбаби найбільший КБП спостерігається для цинку, що вказує на підвищену міграцію іонів цинку в рослину з талої води при інтенсивному періоді росту в весняний період. Розподіл вмісту важких металів в Кульбабі лікарській *Taraxacum officinale* має вигляд: $Zn > Cu > Ni > Cr$.

Аналіз залежностей поглинання трав'янистими рослинами іонообмінних форм важких металів дає можливість використання рослин як біоіндикаторів забруднення довкілля важкими металами. Зокрема, пирій повзучий *Elytrigia repens* доцільно використовувати для індикації забруднення ґрунту іонами міді, а Кульбабу лікарську *Taraxacum officinale* – іонами цинку.

Висновки

Багаторічна діяльність ТОВ «Сумтеплоенерго» викликала зміни у стані компонентів довкілля в зоні впливу теплоелектростанції. Виявлені перевищення фонових значень концентрацій важких металів в сніговому покриві та ґрунтах, що призвело до порушення природного співвідношення форм знаходження важких металів. Вміст іонообмінних форм важких металів у ґрунтах зменшується у ряду: $Cu > Zn > Pb > Ni > Cr$. Рівень забруднення снігового покриву за середніми значеннями Zс відноситься до припустимого, ґрунтів в зоні аерації – припустимий, в зоні золівідвалу: для верхнього горизонту – середній, для нижнього – низький, що свідчить про комплексний вплив забруднення атмосферного повітря та міграції речовин з тіла золошлаконакопичувача. Оцінка інтенсивності поглинання представницькими видами рослинності іонів важких металів показала максимальну здатність до акумуляції іонів міді у пирія повзучого, іонів цинку – у кульбаби лікарської.

Список літератури

1. Крупская, Л. Т. // Геоэкология ландшафтов зоне влияния теплоэлектростанции: монография / Л. Т. Крупская, В. Т. Старожилов - В.: ДВГУ, 2009. - 122с.
2. Прибилова, В. М. Особливості накопичення забруднювачів в зоні впливу Змієвської ТЕС / В. М. Прибилова, В. О. Жемерова, І. К. Решетов // Вісник

Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна: Геологія-географія-екологія. – 2010. - № 882 – С. 62.

3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2015 році. [Електронний ресурс].
4. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» від 15 березня 2006 р. № 145-р.
5. Нечасва, Т. П. Фактори екологічного впливу електроенергетичних об'єктів на довкілля / Т. П. Нечасва, С. В. Шульженко, Д. П. Сас, М. В. Прасюк. // Проблеми загальної енергетики. – 2008. - №18 - С. 54-60.
6. Свояк, Н. І. Проведення екологічної оцінки об'єктів теплоенергетики малих та середніх потужностей / Н. І. Свояк // Вісник ЧДТУ. – 2009. - №3 - С. 107-111.
7. Gang, Xu. Comprehensive evaluation of coal-fired power plants based on grey relational analysis and analytic hierarchy process / Gang Xu, Yong-ping Yang, Shi-yuan Lu, Le Li, Xiaona Song // Energy Policy. – 2011. – 39. – P.2343-2351. – doi: 10.1016/j.sbspro.2012.04.132.
8. Xiaoyu, Liu. Best available techniques and pollution control: a case study on China's thermal power industry / Xiaoyu Liu, Zongguo Wen // Journal of Cleaner Production. – 2012. – 23. – P.113-121. – doi:10.1016/j.jclepro.2011.09.027.
9. Бочкарев, В. А. Анализ влияния качества топлива на экологические показатели котельных агрегатов малой мощности в Иркутской области / В. А. Бочкарев, А. В. Бочкарева // Вестник ИрГТУ. – 2016. - т. 20, №11. - С. 119 – 126.
10. Тайлашева, Т. С. Оценка вредных выбросов в атмосферу от котельных Томской области / Т. С. Тайлашева, Л. Г. Красильникова, Е. С. Воронцова // Известия Томского политехнического университета. – 2013. - т. 322. № 4. - С. 52-55.
11. Ковальчук, О. П. Моніторинг вмісту важких металів у ґрунтах територій, прилеглих до Добротвірської ТЕЦ / О. П. Ковальчук, В. В. Снітинський, Р. С. Шкумбатюк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. - т. 27, № 4. – С. 87-90.
12. Демиденко, Г. А. Влияние золоотвала Красноярской ТЭЦ-1 на снежный покров прилегающей территории / Г. А. Демиденко // Вестник КрасГАУ. – 2015. - №9, С.88. – 91.
13. Гусева, Т. В., Молчанова, Я. П., Сурнин, В. А. Нормирование и оценка качества почв и грунтов производственных площадок. Промежуточный технический отчет. Программа сотрудничества ЕС-Россия. Проект Гармонизация экологических стандартов. - М.: ГТЦ, 2008. - 24 с.
14. Dragović, S. Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources / S. Dragović, N. Mihailović, B. Gajić // Chemosphere. - 2008. - V. 74 - P. 491-495. – doi: 10.1016/j.chemosphere.2008.02.063.
15. Kodom, K. Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities. / K. Kodom // LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2011. – P. – 101-108.
16. Prashant, Agrawal. Assessment of Contamination of Soil due to Heavy Metals around Coal Fired Thermal Power Plants at Singrauli Region of India / Prashant Agrawal, Anugya Mittal, Rajiv Prakash, Manoj Kumar et al. // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. – 2010. – 85. – P.219-223. - doi: 10.1007/s00128-010-0043-8.

17. **Singh, R. K.** The leaching characteristics of trace elements in coal fly ash and an ash disposal system of thermal power plants / **R. K. Singh, N. C. Gupta, B. K. Guha** // *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental*, 2012. – 34. – P.602-608. – doi: 10.1016/j.ijhydene.2016.03.171.
18. **Kanmani, S.** Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping site / **S. Kanmani, R. Gandhimathi**, // *Applied Water Science*, 2013. – 3. – P.193-205. – doi: 10.1007/s13201-012-0072-z.
19. **Черенцова, А. А.** Оценка влияния золоотвала Хабаровской ТЭЦ-3 на компоненты окружающей среды / **А. А. Черенцова** // *Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ»*. – 2012. – том 3. – №1. – С. 29-42.
20. **Ayodhya, D. Kshirsagar.** Use of Algae as a Bioindicator to Determine Water Quality of River Mula from Pune City, Maharashtra (India) / **Ayodhya D. Kshirsagar** // *Universal Journal of Environmental Research and Technology*. – 2013. – 3. – P.79-85.
21. **Sophia, Barinova, Tatjana, Chekryzheva.** Phytoplankton dynamic and bioindication in the Kondopoga Bay, Lake Onego (Northern Russia) / **Sophia Barinova, Tatjana Chekryzheva** // *Journal of Limnology*. – 2014. – 73(2). – P. 282-297. – doi: 10.4081/jlimnol.2014.820.
22. **Войтюк, Ю. Ю.** Закономірності розподілу важких металів у грунтах зони впливу ДМК ім. Ф.Е. Дзержинського / **Ю. Ю. Войтюк, І. В. Кураєва, В. Й. Манічев, В. Ф. Філатов** // *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. – 2013р. – № 13 (частина II) – С. 103 -117.
23. **Якимчук, Р. А.** Цитогенетична оцінка мутагенного впливу на кореневу меристему *Triticum Aestivum* забруднень територій, прилеглих до теплових електростанцій / **Р. А. Якимчук** // *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія*. – 2015. – №1(34). – С. 62-70.
24. **Куриленко, В. В.** Геоэкологическая характеристика Кронштадта и оценка загрязненности его территории тяжелыми металлами / **В. В. Куриленко, Н. Г. Осмоловская, Д. А. Максимова, Л. Н. Докучаева** // *Вестник СПбГУ. Сер. 7*. – 2015. – № 2. – С. 107-124.
25. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2015 році [Електронний ресурс].
26. **Пляцук, Л. Д.** Моніторинг підземних вод в районі розміщення Сумської ТЕС / **Л. Д. Пляцук, Г. М. М'якаєва, О. В. М'якаєв** // *Екологічна безпека: Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу*. – 2016. – № 2 (22). – С. 29-34.
27. МР 5174-90. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве.
3. **Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukraini v 2015 rotsi** [National report on the state of the environment of Ukraine in 2015].
4. **Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro skhvalennia Enerhetychnoi stratehii Ukrainy na period do 2030 roku» vid 15 bereznia 2006 r. № 145-r** [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine “About Approval of the Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2030”]. 15.03.2006, 145.
5. **Nechaieva, T. P., Shulzhenko, S. V., Sas, D. P., Prasiuk, M. V.** Faktory ekolohichnoho vplyvu elektroenerhetychnykh ob'ektiv na dovkillia [Factors of environmental impact of electricity generation facilities]. *Problemy zahalnoi enerhetyky*, 2008, **18**, 54-60.
6. **Svoiak, N. I.** Provedennia ekolohichnoi otsinky ob'ektiv teploenerhetyky malykh ta serednykh potuzhnosti [Conducting an environmental assessment of heat and power facilities of small and medium capacities]. *Visnyk ChDTU*, 2009, №3, 107-111.
7. **Gang, Xu.** Comprehensive evaluation of coal-fired power plants based on grey relational analysis and analytic hierarchy. *Energy Policy*, 2011, **39**, 2343-2351.
8. **Xiaoyu, Liu.** Best available techniques and pollution control: a case study on China's thermal power industry. *Journal of Cleaner Production*, 2012, **23**, 113-121.
9. **Bochkarev, V. A., Bochkareva, A. V.** Analiz vliyania kachestva topliva na ekolohicheskie pokazateli kotelnykh agregatov maloy moschnosti v Irkutskoy oblasti [Analysis of the influence of fuel quality on environmental indicators of low power boiler station in Irkutsk region]. *Vestnik IrGTU*, 2016, 20, **11**, 119 – 126.
10. **Taylasheva, T. S., Krasilnikova, L. G., Vorontsova, E. S.** Otsenka vrednykh vyibrosov v atmosferu ot kotelnykh Tomskoy oblasti [Assessment of harmful emissions from the boiler station in Tomsk region]. *Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta*, 2013, 322. 4, P. 52-55.
11. **Kovalchuk, O. P., SnItinskiy, V. V., Shkumbatyuk, R. S.** MonItoring vmlstu vazhkykh metalliv u Gruntah teritoriy, prileglyh do DobrovItirskoYi TETs [Monitoring pf the content of heavy metals in soil on territories adjacent to Dobrovitska TPP]. *Naukoviy visnik NLTU Ukraini*, 2017, 27, 4, 87-90.
12. **Demidenko, G. A.** Vliyanie zolootvala Krasnoyarskoy TETs-1 na snezhnyiy pokrov prilegayushey territorii [Influence of ash and slug dump of Krasnoyarsk TPP-1 on snow cover of the adjacent territory]. *Vestnik KrasGAU*, 2015, **9**, 88 – 91.
13. **Guseva, T. V., Molchanova, Ya. P., Surnin, V. A.** Normirovanie i otsenka kachestva pochv i gruntov proizvodstvennykh ploschadok. Promezhutochnyy tehnikeskyy otchet. Programma sotrudnichestva ES-Rossiya. Proekt Garmonizatsiya ekolohicheskikh standartov [Rationing and assessment of soil and ground quality of production sites. Interim technical report. The EU-Russia cooperation program. Project “Harmonization of environmental standards”]. M.: GTTs, 2008, 24.
14. **Dragović, S., Mihailović, N., Gajić, B.** Heavy metals in soils: distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources. *Chemosphere*, 2008, **74**, 491–495.
15. **Kodom, K.** Heavy Metal Pollution in Soils from Anthropogenic Activities. *LAP LAMBERT Academic Publishing*, 2011, 120.
16. **Prashant, Agrawal.** Assessment of Contamination of Soil due to Heavy Metals around Coal Fired Thermal Power Plants at Singrauli Region of India. *Bulletin of*

Bibliography (transliterated)

1. **Krupskaya, L. T., Starozhilov, V. T.** Geoekologiya landshaftov v zone vliyania teploelektrostantsii: monografiya [Geocology of landscapes in zone of thermal power plant influence]. DVGU, Vladivostok, 2009, 122.
2. **Prybylova, V. M., Zhemerova, V. O., Reshetov, I. K.** Osoblyvosti nakopychennia zabrudniuvachiv v zoni vplyvu Zmiievskoi TES [Features of pollutants accumulation in zone of influence of Zmiivska TPP]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu im. V.N. Karazina: Neolohiia-heohrafiia-ekolohiia*, 2010, № 882, 62.

- Environmental Contamination and Toxicology*, 2010, **85**, 219-223.
17. **Singh, R. K.** The leaching characteristics of trace elements in coal fly ash and an ash disposal system of thermal power plants. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental*, 2012, **34**, 602-608.
 18. **Kanmani, S.** Assessment of heavy metal contamination in soil due to leachate migration from an open dumping. *Applied Water Science*, 2013, **3**, 193-205.
 19. **Cherentsova, A. A.** Otsenka vliyaniya zolootvala Habarovskoy TETs-3 na komponentyi okruzhayushey sredy [Assessment of the influence of the ash dump of Khabarovsk CHPP-3 on the components of the environment]. *Elektronnoe nauchnoe izdanie «Uchenye zametki TOGU»*, 2012, **3**, 1, 29-42.
 20. **Ayodhya, D. Kshirsagar.** Use of Algae as a Bioindicator to Determine Water Quality of River Mula from Pune City, Maharashtra (India). *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 2013, **3**, 79-85.
 21. **Sophia, Barinova, Tatjana, Chekryzheva.** Phytoplankton dynamic and bioindication in the Kondopoga Bay, Lake Onego (Northern Russia). *Journal of Limnology*, 2014, **73**(2), 282-297
 22. **Voitiuk, Iu. Iu., Kuraieva, I. V., Manichev, V. I., Filatov, V. F.** Zakonomirnosti rozpodilu vazhkykh metaliv u gruntakh zony vplyvu DMK im. F.E.Dzerzhinskoho [Patterns of heavy metals distribution in soils in the zone of influence of DMK them. F.E. Dzerzhinsky] *Naukovi pratsi UkrNDMI NAN Ukrainy*, 2013, 13 (part II), 103 -117.
 23. **Yakymchuk, R. A.** Tsytohenetychna otsinka mutahennoho vplyvu na korenevu merystemu Triticum Aestivum zabrudnen terytorii, prylehlykh do teplovykh elektrostantsii [Cytogenetic assessment of mutagenic effects of contaminated territories adjacent to thermal power plants on the roots meristem of Triticum Aestivum]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriya biolohiia*, 2015, 1(34), 62-70.
 24. **Kurilenko, V. V., Osmolovskaya, N. G., Maksimova, D. A., Dokuchaeva, L. N.** Geoekologicheskaya charakteristika Kronshtadta i otsenka zagryaznennosti eko territorii tyazhelyimi metallami [Geoecological characteristics of Kronstadt and assessment of pollution of the eco territory with heavy metals]. *Vestnik SPbGU*, 2015, Ser. 7, 2, 107-124.
 25. Dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Sumskii oblasti u 2015 rotsi [Report on the state of the environment in the Sumy region in 2015].
 26. **Pliatsuk, L. D., Miakaieva, H. M., Miakaieva, O. V.** Monitorynh pidzemnykh vod v raioni rozmishchennia Sumskoi TETs [Monitoring of groundwater in the area of the Sumy TPP]. *Ekolohichna bezpeka, Kremenchuk*, 2016, 2(22), 29-34.
 27. MR 5174-90. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke stepeni zagryazneniya atmosfernogo vozduha naseleennykh punktov metallami po ih sodержaniyu v snezhnom pokrove i pochve. [Methodical recommendation for evaluation of atmospheric pollution and air pollution of settlements with metals using data of their content in the snow cover and soil] M., 1990.

Відомості про авторів (About authors)

М'якаєва Ганна Миколаївна – Сумський державний університет, аспірантка кафедри прикладної; м. Суми, Україна; E-mail: hannamiakaieva@gmail.com.

Hanna Miakaieva - Sumy State University postgraduate student, department of applied ecology.; Sumy; Ukraine; E-mail: hannamiakaieva@gmail.com.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

М'якаєва, Г. М. Вплив Сумської ТЕЦ на екологічний стан прилеглих територій / **Г. М. М'якаєва** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2017 – № 53 (1274). – С. 124-131. – doi:10.20998/2413-4295.2017.53.18.

Please cite this article as:

Miakaieva, H. The impact of Sumy TPP on the environment of surrounding area. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2017, **53** (1274), 124–131, doi:10.20998/2413-4295.2017.53.18.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Мякаева, А. Н. Влияние Сумской ТЭЦ на экологическое состояние прилегающих территорий / **А. Н. Мякаева** // *Вестник НТУ «ХПИ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2017. – № 53 (1274). – С. 124-131. – doi:10.20998/2413-4295.2017.53.18.

АННОТАЦІЯ Представлена оцінка впливу Сумської ТЭЦ на екологічне становище прилеглих територій г. Суми при поступленні забруднюючих речовин з газовими викидами та фільтрації в зоні аерації та золошлакозбираючого. Обрані проби снігового покриву, ґрунту та рослинності досліджені на вміст важких металів. Проведена оцінка забруднення ґрунту по сумарному показателю забруднення, рослин по коефіцієнту біогеохімічної активності. Проведені дослідження показали, що діяльність Сумської ТЭЦ призводить до збільшення концентрацій важких металів в деponуючих середовищах. Рівень забруднення снігового покриву по середнім значенням Z_c відноситься до допустимого, ґрунт в зоні аерації - допустимий, в зоні золоотвала: для верхнього горизонту - середній, для нижнього - низький.

Ключові слова: теплова електростанція; важкі метали; міграція; золоотвал; ґрунт; сніговий покрив; рослинність.

Поступила (received) 08.12.2017