

УДК 550.35; 539.166

## ОЦІНКА РАДІОАКТИВНИХ ВИКИДІВ ДОБРОТВІРСЬКОЇ ТЕС (ЛЬВІВСЬКА ОБЛ.) ТА ЇХНЬОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

В. Грабовський, О. Браташ

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. ген. Тарнавського, 107, 79017 Львів, Україна.  
grabovsky@electronics.wups.lviv.ua*

Наведено результати дослідження впливу роботи Добротвірської теплової електростанції на радіоекологічний стан довкілля. Гамма-спектрометричним методом досліджено радіонуклідний склад вугілля, а також шлаків і леткої золи, яка утворюється наслідок його згорання й потрапляє в навколишнє середовище, та оцінено викиди радіонуклідів в атмосферу цієї ТЕС. Виконано розрахунок осадження ізотопу  $^{226}\text{Ra}$  на одиницю площі ґрунту на віддалі 2, 5 і 8 км від станції та досліджено радіонуклідний склад ґрунтів в її околі. Зафіксовано малий внесок викидів станції у сумарний вміст природних радіонуклідів у ґрунті.

*Ключові слова:* природні радіонукліди, радіоактивне забруднення, радіоактивні викиди.

Розвиток людського суспільства нерозривно пов'язаний з використанням природних ресурсів нашої планети та зі споживанням різних видів енергії у щораз більших кількостях. Усі здобутки сучасної цивілізації стали можливими завдяки тій величезній кількості різних видів енергії, яку виробляє людство.

Чи не найважливіше значення з усіх видів вироблюваної енергії сьогодні має електрична. Природними ресурсами для її виробництва є вугілля, газ, уран, нафта, енергія води тощо.

Сьогодні провідне місце у структурі світового виробництва електроенергії посідає паливна енергетика. Для виробництва електроенергії тут використовують органічне паливо, найчастіше вугілля, яке, як і багато інших викопних матеріалів, містить певну кількість радіонуклідів природного походження [1-4], серед яких найважливішими є  $^{40}\text{K}$ , члени природних уранових та торієвого радіоактивних рядів. Під час його спалювання на теплових електростанціях мінеральні речовини плавляться й утворюють склоподібний залишок у вигляді шлаку [4], а летку золу виносять гарячі гази і деяка її частина, залежно від ефективності системи очищення ТЕС, надходить до атмосфери [5-7]. З твердими частками леткої золи в атмосферу надходить низка природних радіонуклідів уранових і торієвого рядів, а також  $^{40}\text{K}$ , які концентруються у ній під час спалювання вугілля. Внаслідок цього теплові електростанції є джерелами надходження природних радіоактивних ізотопів у навколишнє середовище, що призводить до його радіоактивного забруднення та додаткового опромінення населення [7, 8].

Для оцінки впливу викидів продуктів спалювання вугілля Добротвірської теплової

електростанції (ДТЕС, Львівська обл.) на радіоекологічний стан довкілля гамма-спектрометричним методом досліджено радіонуклідний склад й питому активність вугілля, яке спалюють на ДТЕС, а також шлаків і леткої золи, яка утворюється внаслідок його згорання. Дослідження проводили на акредитованому гамма-спектрометрі (свідоцтво про атестацію РЛ №1444/09 від 21.09.2009 р.), зібраному на базі спектрометричного комплексу СУ-01, з напівпровідниковим детектором ДГДК-100В. Підготовлену для вимірювання пробу об'ємом 1 л зважували на аналітичній вазі AXIS A500, завантажували у посудину Марінеллі, яку герметизували, витримували не менше двох тижнів для досягнення радіоактивної рівноваги членів радіоактивних рядів і поміщали у вимірювальну камеру спектрометра. Захист вимірювальної камери від фонового випромінювання забезпечував шар свинцю товщиною 10 см. Час набору спектра вибирали з умови неперевищення похибки отримуваної активності  $\pm 15\%$ , він становив 15 000–20 000 с. Результати вимірювань наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Значення питомої активності радіонуклідів у вугіллі, яке спалюють на Добротвірській ТЕС, та золі й шлаку, що залишаються після його спалювання

Радіонуклід	Питома активність радіонуклідів, Бк/кг		
	у вугіллі	у золі	у шлаці
<sup>40</sup> K	338±35	558±53	625±55
<sup>214</sup> Bi	58±8	103±13	123±13
<sup>226</sup> Ra	105±15	192±18	247±22
<sup>208</sup> Tl	16±4	31±7	35±7
<sup>232</sup> Th	49±7	68±9	97±10
<sup>212</sup> Pb	57±8	100±11	122±12
<sup>214</sup> Pb	65±10	85±12	120±14
<sup>212</sup> Bi	45±7	71±10	116±13
<sup>228</sup> Ac	51±7	66±10	92±14

Отримані результати засвідчили, що як у вугіллі, яке спалюють на ДТЕС, так і в золі та шлаці, що залишаються після його спалювання, міститься <sup>40</sup>K і радіонукліди уранового й торієвого рядів, діапазон значень питомої активності яких у вугіллі є в межах від 16±4 до 338±35 Бк/кг, у золі – від 31±7 до 558±53 Бк/кг, а в шлаці – від 35±7 до 625±55 Бк/кг (див. табл. 1). Простежено концентрування радіонуклідів у продуктах згорання – у золі питома активність радіонуклідів зростають у 1,6±0,3 раза, а у шлаку – у 2,1±0,3 раза порівняно з вугіллями. Відсоткові вклади активності радіонуклідів у загальну активність вугілля, золи та шлаку показані на рис. 1 і для більшості наявних у них радіонуклідів є майже (у межах точності вимірювань) незмінними.

Викиди радіонуклідів в атмосферу з ДТЕС розраховано двома методами – за різницею їхньої активності у вугіллі та в золо-шлакових відходах, а також за оцінкою активності золи, яка потрапляє в атмосферу. Для розрахунків використовували такі дані щодо діяльності Добротвірської ТЕС:

- кількість вугілля, яку спалюють на ТЕС, становить ~ 750 тис. т у рік;
- викид леткої золи в атмосферу, – ~ 768 т у рік;

- кількість золи, що залишається після спалювання вугілля, –  $\sim 80$  тис. т у рік;
- кількість шлаку, що залишається після спалювання вугілля –  $\sim 116$  тис. т у рік;
- проектна ефективність очищення твердих часток на ТЕС – 98,5 %, а фактична –  $\sim 90$  % [7].

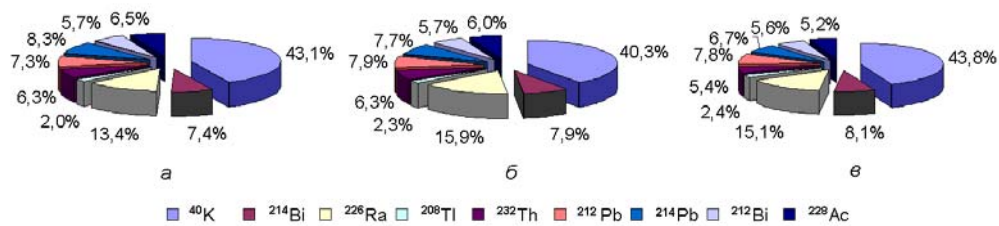


Рис. 1. Внески активності радіонуклідів у загальну активність вугілля (а), золи (б) та шлаку (в) з Добротвірської ТЕС.

За допомогою першого методу отримано, що внаслідок роботи Добротвірської ТЕС в атмосферу щороку потрапляють радіонукліди загальною активністю  $\sim 3,1 \times 10^{11}$  Бк ( $\sim 8,4$  Кі), а сумарний викид радіонуклідів за весь час роботи електростанції становить  $\sim 1,7 \times 10^{13}$  Бк ( $\sim 459$  Кі) (табл. 2). За оцінкою викидів легкої золи в атмосферу отримано результати, які засвідчують, що через спалювання вугілля на Добротвірській ТЕС в атмосферу щороку викидають радіонуклідів активністю  $\sim 1,1 \times 10^9$  Бк ( $\sim 0,03$  Кі), а сумарний викид за весь час роботи електростанції становить  $\sim 5,5 \times 10^{10}$  Бк ( $\sim 1,5$  Кі) (див. табл. 2). Найбільший внесок у викиди радіонуклідів роблять  $^{40}\text{K}$  та  $^{226}\text{Ra}$ .

Таблиця 2.

Викид радіонуклідів Добротвірською ТЕС, розрахований за різницею активності спалюваного вугілля та золо-шлакового відвалу (1) і викидів золи (2)

Радіонуклід	Викид за рік роботи ДТЕС, Бк	Викид за час роботи ДТЕС, Бк	Викид за рік роботи ДТЕС, Бк	Викид за час роботи ДТЕС, Бк
	1		2	
$^{40}\text{K}$	$(1,4 \pm 0,2) \times 10^{11}$	$(7,5 \pm 1,1) \times 10^{12}$	$(4,3 \pm 0,6) \times 10^8$	$(2,4 \pm 0,4) \times 10^{10}$
$^{214}\text{Bi}$	$(2,1 \pm 0,3) \times 10^{10}$	$(1,1 \pm 0,2) \times 10^{12}$	$(7,9 \pm 1,2) \times 10^7$	$(4,4 \pm 0,7) \times 10^9$
$^{226}\text{Ra}$	$(3,4 \pm 0,5) \times 10^{10}$	$(1,9 \pm 0,3) \times 10^{12}$	$(1,5 \pm 0,2) \times 10^8$	$(8,1 \pm 1,2) \times 10^9$
$^{208}\text{Tl}$	$(5,5 \pm 0,8) \times 10^9$	$(3,1 \pm 0,5) \times 10^{11}$	$(2,4 \pm 0,4) \times 10^7$	$(1,3 \pm 0,2) \times 10^9$
$^{232}\text{Th}$	$(1,9 \pm 0,3) \times 10^{10}$	$(1,1 \pm 0,2) \times 10^{12}$	$(5,3 \pm 0,8) \times 10^7$	$(2,9 \pm 0,4) \times 10^9$
$^{212}\text{Pb}$	$(2,1 \pm 0,3) \times 10^{10}$	$(1,2 \pm 0,2) \times 10^{12}$	$(7,7 \pm 1,2) \times 10^7$	$(4,2 \pm 0,6) \times 10^9$
$^{214}\text{Pb}$	$(2,8 \pm 0,4) \times 10^{10}$	$(1,6 \pm 0,2) \times 10^{12}$	$(6,5 \pm 0,9) \times 10^7$	$(3,6 \pm 0,5) \times 10^9$
$^{212}\text{Bi}$	$(1,7 \pm 0,3) \times 10^{10}$	$(9,1 \pm 1,4) \times 10^{11}$	$(7,1 \pm 1,1) \times 10^7$	$(3,9 \pm 0,6) \times 10^9$
$^{228}\text{Ac}$	$(2,2 \pm 0,3) \times 10^{10}$	$(1,3 \pm 0,2) \times 10^{12}$	$(5,1 \pm 0,8) \times 10^7$	$(2,8 \pm 0,4) \times 10^9$
Разом	$(3,1 \pm 0,5) \times 10^{11}$	$(1,7 \pm 0,3) \times 10^{13}$	$(1,1 \pm 0,2) \times 10^9$	$(5,5 \pm 0,8) \times 10^{10}$

Ми проаналізували результати радіоактивних викидів Добротвірської ТЕС, отримані за допомогою обох методів, і можемо зазначити, що вони відрізняються більше ніж на два порядки. Крім того, дані, отримані за допомогою першого методу, добре узгоджуються з відомими із літератури [7], згідно з якими, сумарна щорічна активність викидів Добротвірської ТЕС перевищує  $0,8 \times 10^{11}$  Бк, що менше від отриманої нами за різницею активності радіонуклідів у вугіллі та відвалі, проте значно перевищує значення активності викидів радіонуклідів, розраховане за викидами золи цієї ТЕС. Звідси можна зробити висновок, що реальні викиди леткої золи в навколишнє середовище електростанції, очевидно, відрізняються від тих, які наводять офіційно. Підтвердженням цього може слугувати й те, що, згідно з наведеними вище даними, які характеризують діяльність ДТЕС, фактична ефективність очищення твердих часток на ній становить  $\sim 90\%$ , тобто  $\sim 10\%$  золи, яка утворюється під час спалювання вугілля, потрапляє в атмосферу. Якщо ж порівняти дані про річну кількість золи, що її викидає ДТЕС у навколишнє середовище, з загальною кількістю золи, яку утримують фільтри і яка залишається у відвалах, то видно, що їхнє співвідношення становить близько  $1\%$ , що також суперечить фактичній ефективності золовловлювання фільтрами ТЕС. Отже, ближчими до фактичних викидів радіонуклідів у довкілля Добротвірською ТЕС є дані, одержані в ході розрахунку різниці активності радіонуклідів у вугіллі та золо-шлакових відходах.

Радіонукліди, що потрапляють з труби ТЕС в атмосферу, розсіюються, утворюючи певне об'ємне поле, у межах якого концентрація речовини зменшується від максимуму біля виходу з труби до мінімальних значень. Загалом конфігурація цього поля залежить від багатьох чинників – маси викинутої речовини та розмірів викинутих частинок, швидкості виходу димових газів, висоти труби, загального об'єму димових газів напряму руху й швидкості вітру, зміни температури повітря на різній висоті, та ще деяких інших параметрів [4].

Для розрахунку щільності розподілу викидів в околі станції по площі ґрунту використано модель, запропоновану авторами [4]. Згідно з цією моделлю, швидкість горизонтального переміщення викинутих з труби енергоблоку частинок регулюється дією сили тяжіння і набуває якогось середнього значення  $u$ . Горизонтальну відстань  $x$  від труби висотою  $h$ , на яку потраплятимуть частинки золи з середнім діаметром  $\delta$ , що вилітають з труби, можна задати формулою

$$x = 18 \times \frac{\eta_a}{(\rho_g - \rho_a)} \times \frac{h}{\delta^2} \times u, \quad (1)$$

де  $\eta_a$  – в'язкість повітря;  $\rho_g$  – щільність частинок;  $\rho_a$  – щільність повітря;  $g$  – прискорення вільного падіння. Отже, відстань від ТЕС, на якій осаджуватимуться частинки золи, є обернено пропорційною до квадрата їхнього діаметра і залежить від висоти труби та швидкості горизонтального переміщення (тобто швидкості вітру). Тому осадження радіонуклідів, що вилітають з труби теплової електростанції, на ґрунти прилеглих територій буде неоднорідним і залежатиме від відстані до труби та переважних напрямів поширення повітряних мас (так званої рози вітрів) в околі станції.

З урахуванням параметрів Добротвірської ТЕС та використанням отриманої для середньої швидкості вітру  $1$  м/с авторами [4] для ізотропної рози вітрів залежності осадження  $^{226}\text{Ra}$  на одиницю площі ґрунту від відстані до труби енергоблоку ТЕС (рис. 2) та середньорічного розподілу вітру за напрямками, притаманного цьому регіону (згідно з даними Львівського обласного гідрометеоцентру), розраховано щільність осадження

$^{226}\text{Ra}$  на одиницю площі (в  $\text{Бк}/\text{м}^2$ ) в різних напрямках від ДТЕС на відстанях 2, 5 та 8 км. Розрахунки засвідчили (див. табл. 3), що сумарна щільність осадження  $^{226}\text{Ra}$  за цих умов на одиницю площі за весь час роботи ДТЕС для різних напрямків на відстані 2 км від неї змінюється у межах  $0,6 \pm 0,1 - 2,8 \pm 0,4 \text{ Бк}/\text{м}^2$ , на відстані 5 км –  $0,3 \pm 0,05 - 1,3 \pm 0,2 \text{ Бк}/\text{м}^2$ , на відстані 8 км –  $0,06 \pm 0,01 - 0,27 \pm 0,04 \text{ Бк}/\text{м}^2$ .

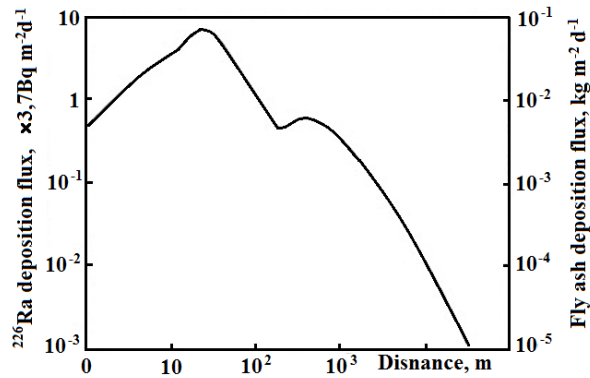


Рис. 2. Поверхнєве осадження  $^{226}\text{Ra}$  на одиницю площі на різних відстанях від труби енергоблоку за швидкості вітру 1 м/с [4].

Таблиця 3.

Результати розрахунку осадження  $^{226}\text{Ra}$  для різних напрямків на відстанях 2, 5 та 8 км від Добротвірської ТЕС (за швидкості вітру 1 м/с)

Напрямок	Осадження $^{226}\text{Ra}$ за день, мБк/м <sup>2</sup>			Осадження $^{226}\text{Ra}$ за рік, Бк/м <sup>2</sup>			Осадження $^{226}\text{Ra}$ за час роботи, Бк/м <sup>2</sup>		
	2 км	5 км	8 км	2 км	5 км	8 км	2 км	5 км	8 км
Північний	0,054	0,026	0,0054	0,020	0,009	0,002	1,08	0,522	0,108
Північно-східний	0,078	0,037	0,0078	0,028	0,014	0,003	1,56	0,754	0,157
Східний	0,138	0,066	0,0138	0,050	0,024	0,0053	2,77	1,334	0,277
Південно-східний	0,078	0,037	0,0078	0,028	0,014	0,003	1,56	0,754	0,156
Південний	0,048	0,023	0,0048	0,017	0,008	0,002	0,964	0,464	0,096
Південно-західний	0,03	0,014	0,003	0,011	0,005	0,001	0,602	0,290	0,060
Західний	0,054	0,026	0,0054	0,020	0,009	0,002	1,084	0,522	0,108
Північно-західний	0,12	0,058	0,012	0,044	0,021	0,004	2,409	1,160	0,241

Хоча цю модель розрахунку осадження радіонуклідів використовували для ізотопу  $^{226}\text{Ra}$ , її можна застосувати й для інших радіонуклідів, які вилітають в атмосферу з частинками золи, розміри яких сумірні з розмірами тих частинок, у яких конденсується  $^{226}\text{Ra}$ .

Оскільки розрахунки проводили на підставі даних про викиди легкої золи в атмосферу Добротвірською ТЕС, то, враховуючи фактичну ефективність вловлювання легкої золи на цій ТЕС (~ 90 %), можна припустити, що реальні результати осадження  $^{226}\text{Ra}$  на одиницю площі в її околі можуть бути на порядок більшими. Водночас очевидно, що зі

збільшенням швидкості вітру осадження викинутих з труби ТЕС частинок відбуватиметься на більшій відстані від ТЕС; відповідно, площа поверхні, на яку вони будуть осаджуватися, зростатиме пропорційно до квадрата цієї відстані, а щільність осаджень зменшуватиметься обернено пропорційно до площі. У цьому разі на менших відстанях щільність випадіння осаджених радіонуклідів буде зменшуватись, тобто за середньої швидкості вітру понад 1 м/с отримані значення осадження  $^{226}\text{Ra}$  на одиницю площі в різних напрямках від ДТЕС на відстанях 2, 5 та 8 км будуть тим меншими порівняно з наведеними у табл. 3, чим більша швидкість вітру. Отже, максимальна додаткова щільність забруднення  $^{226}\text{Ra}$  внаслідок 55-річної діяльності Добротвірської ТЕС для будь-якої ділянки ґрунту в її околі не перевищує кількох бекерелів на квадратний метр.

Для оцінки внеску викидів Добротвірської ТЕС у радіоекологічний стан довкілля проведено радіонуклідний аналіз ґрунтів прилеглих територій. З цією метою за стандартною методикою [9] відібрано проби ґрунтів у 24 точках у радіусі 2, 5 та 8 км навколо ТЕС для різних напрямів та обчислено значення питомої активності радіонуклідів (Бк/кг) та вміст їх ( $\text{кБк}/\text{м}^2$ ) у приповерхневому 20-см шарі ґрунту.

Результати гамма-спектрометричного аналізу засвідчили, що значення питомої активності радіонуклідів у ґрунтах прилеглих до ДТЕС територій є в межах, Бк/кг: для  $^{40}\text{K}$  –  $130 \pm 20$  –  $463 \pm 69$ , для  $^{214}\text{Bi}$  –  $5,1 \pm 0,8$  –  $29 \pm 4$ , для  $^{226}\text{Ra}$  –  $15 \pm 2$  –  $59 \pm 9$ , для  $^{208}\text{Tl}$  –  $1 \pm 0,2$  –  $19 \pm 3$ , для  $^{232}\text{Th}$  –  $6 \pm 1$  –  $33 \pm 5$ , для  $^{212}\text{Pb}$  –  $7 \pm 1$  –  $37 \pm 6$ , для  $^{214}\text{Pb}$  –  $5 \pm 1$  –  $26 \pm 4$ , для  $^{212}\text{Bi}$  –  $8 \pm 1$  –  $48 \pm 7$  і для  $^{228}\text{Ac}$  –  $6 \pm 1$  –  $33 \pm 5$ . Значення щільності забруднення ґрунтів радіонуклідами змінюються в межах  $24 \pm 3$  –  $115 \pm 17$   $\text{кБк}/\text{м}^2$  для  $^{40}\text{K}$ ,  $1,0 \pm 0,2$  –  $59 \pm 9$   $\text{кБк}/\text{м}^2$  для елементів урано-радієвого ряду і  $1,0 \pm 0,3$  –  $7,2 \pm 1,1$   $\text{кБк}/\text{м}^2$  для елементів торієвого ряду. Зокрема, вміст  $^{226}\text{Ra}$  в ґрунтах околу ДТЕС змінюється у межах  $3,7 \pm 0,6$  –  $10,3 \pm 1,2$   $\text{кБк}/\text{м}^2$ .

Оскільки внесок викидів Добротвірської ТЕС за час її роботи у радіологічне забруднення ґрунтів малий порівняно з кількостями наявних у ґрунтах радіонуклідів, то, враховуючи, що похибка вимірювання більшості сучасних гамма-спектрометрів є в межах  $\pm 15$  %, визначити його за допомогою спектрометрії йонізуючих випромінювань практично неможливо. Це й підтверджено практичною відсутністю кореляції вмісту радіонуклідів у ґрунтах з розою вітрів у регіоні (рис. 3) та побудованих за допомогою програмного пакета Surfer 8.0 картин розподілу вмісту  $^{226}\text{Ra}$  у ґрунтах околу ДТЕС і відповідних осаджень, розрахованих за викидами станції впродовж 55 років її діяльності (рис. 4).

Якщо порівняти отримані шляхом радіонуклідного аналізу значення щільності забруднення ґрунтів  $^{226}\text{Ra}$  з розрахованими додатковими осадженнями, то можна побачити, що вони загалом відрізняються більше ніж на три порядки, тобто внесок викидів цієї ТЕС у радіологічне забруднення ґрунтів є дуже мізерним і становить приблизно 0,01 – 0,1 % від фонового значення. За скоригованими щодо різниці кількості золо-шлакових відходів і ступеня очищення викидів (~90 %) даними значення внеску діяльності ДТЕС у активність ґрунтів може досягати 0,1 – 1 %. Однак, враховуючи, що швидкості вітрів в околі станції досить часто значно перевищують прийняті в моделі розрахунку, можна припустити, що реальні значення додаткового внеску в активність радіонукліда в ґрунті реально можуть бути навіть меншими від отриманих нами.

Отже, отримані нами результати узгоджуються з результатами досліджень впливу на радіологічний стан довкілля діяльності Зміївської ТЕС (Харківська обл.) [7], згідно з якими цей вплив є мізерним. Порівнюючи вплив цих двох ТЕС на радіоекологічний стан довкілля, можна припустити, що більші викиди Добротвірської ТЕС зумовлені більшою

зольністю вугілля, яке на ній спалюють, а також менш якісними системами очищення викидів на ній.

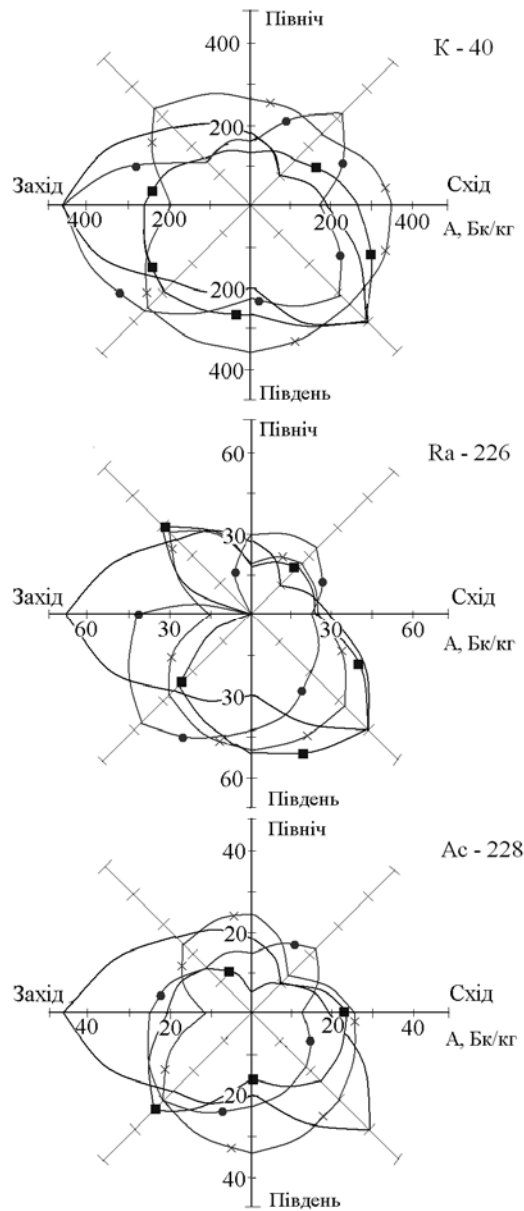
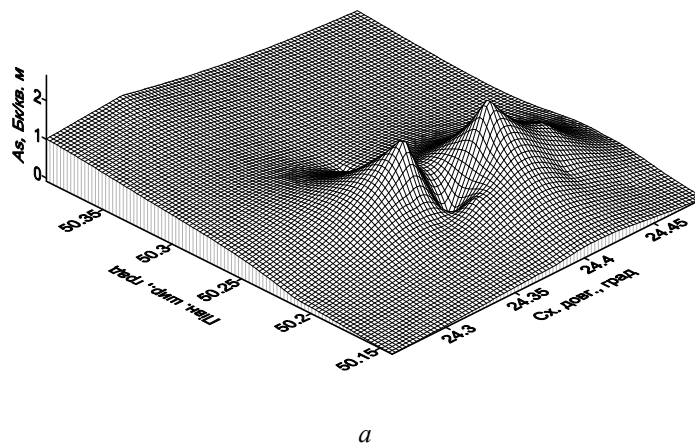
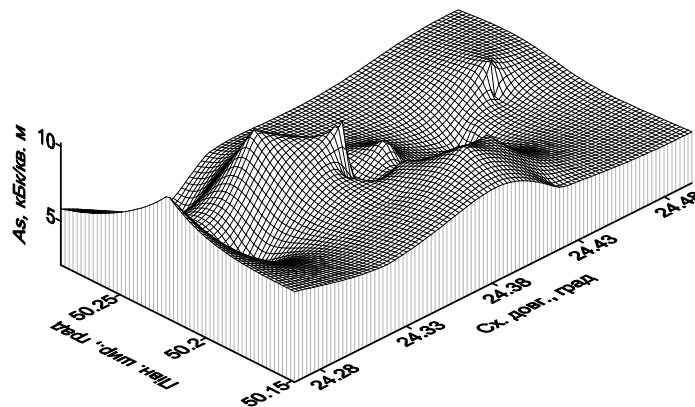


Рис. 3. Роза вітрів та зміна вмісту  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  та  $^{228}\text{Ac}$  у ґрунті з напрямом та відстанню від ДТЕС.  
 —×— — 2; —■— — 5; —●— — 8.



*a*



*б*

Рис. 4. Розподіл осаджень  $^{226}\text{Ra}$ , розрахованих за викидами Добротвірської ТЕС (*a*), та його вмісту в ґрунтах (*б*) в околі станції

1. Radioactivity of Coal and Ash / [Kh. A. Iskhakov, E. L. Schastlivtsev, Yu. A. Kondratenko, and M. L. Lesina] // *Coke and Chemistry*. – 2010 – Vol. 53. № 5. – P. 198 – 201.
2. *Salmon L.* The radioactivity content of United Kingdom coal / L. Salmon, A. E. R. Toureau and A. E. Lally // *Science of The Total Environment*. – 1984. – Vol. 35, Is. 3. – P.



- 403 – 415.
3. Concentration of Natural Radionuclides in Coal and Its End Products in Steel Production [Електронний ресурс] / N.M. Ibrahim, A. Nada, T.M. Abd El Maksoud, [et al.] // National Center for Nuclear Safety and Radiation Control, AEA Cairo, Egypt. – 1997. – P-1a-30. – P. 1-5. – Режим доступу: <http://www.irpa.net/irpa10/cdrom/00887.pdf>
  4. *Papastefanou C.* Escaping radioactivity from coal-fired power plants (CPPs) due to coal burning and the associated hazards: a review / C. Papastefanou // J. of Environmental Radioactivity. – 2010. – Vol. 101, Is. 3. – P. 191 – 200.
  5. Identification and Quantification of Radionuclides in Coal Ash [Електронний ресурс] / Alleman, J. E., Clikeman, F. M. and Skronski T.) // Joint Transportation Research Program. Paper 113. – 1998. – Режим доступу: <http://docs.lib.purdue.edu/jtrp/113>
  6. The Radioactivity of Flying Ashes Resulting at Coal Burning in Thermocentrals and the Possibility of their Using as Building Materials / [M. Ichim, P. Vasilescu, B. Rujoi, F. Barca] // Proceedings of the Sixth International Conference on Mathematical Modeling and Computer Simulation of Materials Technologies., Ariel, Israel, 2010. – Part 2. – P. 59 - 62.
  7. *Карташов В.В.* Радіаційний вплив викидів АЕС та ТЕС України на навколишнє середовище та населення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / В. В. Карташов. – Х., 2004. – 27 с.
  8. *Коваленко Г. Д.* Экологический риск для здоровья населения при воздействии выбросов ТЭС и АЭС Украины / Г. Д. Коваленко, А. В. Пивень // Ядерна та радіаційна безпека. – 2011. – Т. 4, № 48. – С. 50 – 56.
  9. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком зони відчуження). – К.: Атіка-Н, 2007. – 60 с.

### THE ESTIMATION OF RADIOACTIVE RELEASES OF DOBROTVIR THERMAL POWER PLANT (LVIV REGION) AND THEIR INFLUENCE ON AN ENVIRONMENT

**V. Grabovskyi, O. Bratash**

*NonlinearOptic Department, Lviv Ivan Franko National University,  
107 Tarnavsky St., UA-79017 Lviv, Ukraine.  
grabovsky@electronics.wups.lviv.ua*

The results of research of the impact of Dobrotvir thermal power plant (DTPP) on the radiological state of environment are presented. To use gamma-spectrometric method the radionuclide composition of coal burned on Dobrotvir TPP, slag and fly ash were investigated and the emissions of radionuclides into the atmosphere under this power station operation were estimated. There were calculated the isotope  $^{226}\text{Ra}$  depositions per unit area of soil within a radiuses of 2 km, 5 km and 8 km from the DTPP and radionuclide composition of soils in its vicinity were tested. The small contribution of the station releases to total maintenance of natural radionuclides in soils was marked.

*Key words:* natural radionuclides, radioactive contamination, radioactive releases.

## **ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНЫХ ВЫБРОСОВ ДОБРОТВИРСКОЙ ТЭС (ЛЬВОВСКАЯ ОБЛ.) И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**В. Грабовский, О. Браташ**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
ул. ген. Тарнавского, 107, 79017 Львов, Украина.  
grabovsky@electronics.wups.lviv.ua*

Представлены результаты исследований влияния работы Доброви́рской тепловой электростанции на радиоэкологическое состояние окружающей среды. Гамма-спектрометрическим методом исследован радионуклидный состав угля, а также шлаков и летучей золы, которая образуется в результате его сжигания и попадает в окружающую среду, оценены выбросы радионуклидов в атмосферу данной ТЭС. Произведен расчет осаждения изотопа  $^{226}\text{Ra}$  на единицу площади почвы на расстоянии 2, 5 и 8 км от станции и исследован радионуклидный состав почв в ее окрестностях. Отмечен малый вклад выбросов станции в суммарное содержание естественных радионуклидов в почве.

*Ключевые слова:* естественные радионуклиды, радиоактивное загрязнение, радиоактивные выбросы.

Стаття надійшла до редколегії 01.06.2011

Прийнята до друку 21.06.2011