

УДК 504.06+628.5(477.86)

ВАЛЕРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ ЛЕВЧЕНКО, ІГОР ПЕТРОВИЧ ВАКАЛЮК,  
МАР'ЯНА МИКОЛАЇВНА КАРАБАНОВИЧ, ІВАННА ІВАНІВНА СВИСТУН,  
АННА ІГОРІВНА ОВЧАР, МАР'ЯНА ЗІНОВІЇВНА КРИЛЬ

*Івано-Франківський національний медичний університет*

## АНАЛІЗ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ В ЗОНІ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС

**Резюме.** Основним завданням дослідження є оцінка радіаційної ситуації природно-техногенної зони навколо Бурштинської ТЕС. У процесі дослідження аналіз ґрунтових зразків показав, що основними фоноутворюючими радіоізотопами території навколо Бурштинської ТЕС є радіонукліди із сімейств  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  і  $^{40}\text{K}$ .

**Ключові слова:** теплові електростанції, зола, радіаційний фон, радіонукліди.

На сучасному рівні розвитку цивілізації проблема забруднення довкілля різноманітними екотоксикантами набуває глобального значення. Одним із потужних джерел забруднення навколишнього середовища є об'єкти вугільної енергетики. При спалюванні великих обсягів вугілля на ТЕС у продуктах згоряння містяться важкі метали, природні радіонукліди (ПРН) й інші продукти неповного згоряння, чим створюють небезпеку для нормального існування регіональних, а то й глобальних екосистем [3, 5].

Проведеними в останні десятиліття дослідженнями встановлено, що на територіях навколо ТЕС унаслідок тривалого накопичення шлаків і золи в довкіллі зростає рівень хімічної агресії для регіональної екосистеми. Незадовільне очищення викидів в атмосферу продуктів згоряння вугілля утворює багатокілометрові шлейфи забрудненої поверхні землі через осідання золи-виносу, яка містить високі концентрації токсикантів, у тому числі радіоактивних [2, 3]. Хмари аерозольних сполук, які містять ПРН, осідаючи на землю, воду можуть призводити до додаткового опромінення рослин, тварин і людей, що сприяє порушенню їх адаптаційних механізмів, формуванню преморбідних станів, зростанню рівня захворюваності серед місцевого населення [1, 7].

Створювати загрозу забруднення повітряного та водного басейнів і змін хіміко-мінерального складу ґрунту також здатні золовідвали, які є осередками накопичення важких металів і підвищеної радіоактивності, що негативно впливають на стан довкілля і здоров'я людей [1, 8].

Помилковим є твердження про безпечність малоінтенсивного опромінення довкілля об'єктами вугільної енергетики. Нині відомо, що тривалий вплив малих доз може бути теж небезпечним для оточуючих

[1]. Встановлено, що саме від подібного характеру опромінення страждають процеси адаптації, репарації. Тривалий вплив радіонуклідів, які проникають в організм, сприяє змінам процесів метаболізму, стану клітинних мембран, депонуванню їх в органах-мішенях, формуванню патологічних змін, які «заявляють» про себе через десятки років. Крім того, постійне низькоінтенсивне опромінення підвищує чутливість організму до дії самих різних факторів, окрім радіації [1]. Так, встановлено, що саме на таких опромінених територіях спостерігається більше захворювань не тільки на лейкози, але й інфаркти, інсульти тощо.

Бурштинська ТЕС (БуТЕС), є одним із потужних техногенних джерел забруднення довкілля Івано-Франківської області, Прикарпатського регіону [6].

**Метою дослідження** було вивчення екологічних аспектів забруднення радіонуклідами територій навколо Бурштинської ТЕС.

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження стала радіаційна обстановка в природно-техногенній зоні рівнин на відстані від 1 до 10 км від БуТЕС з урахуванням показників «рози вітрів» (основна зона №1) і територій двох золовідвалів (основна зона №2). Потужність експозиційної дози (мкЗв/год) вимірювали дозиметрами «Прип'ять» — РКС-20.03, «Терра» — МКС-05 IP20 (Спаринг-Віст Центр, Львів). У кожній точці проводилися 3–5 вимірів на висоті 0,10 м від поверхні землі. Питому активність радіонуклідів (Бк/кг) ґрунтів вимірювали на одноплатному гамма-спектрометричному комплексі SBS-30 із сцинтиляційним детектором БДКГ-01Ф за стандартними методиками [4]. Калібрувальними джерелами були  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}^+$ ,  $^{40}\text{K}$ . Активність контрольних джерел складала для  $^{137}\text{Cs}$  500 кБк  $\pm$  20 %,  $^{60}\text{Co}$  кБк 37  $\pm$  20 %,  $^{40}\text{K}$  15,7 кБк  $\pm$  20 %. Час калібрування — 30 хв, енергетичний діапазон роботи

за  $\gamma$ -трактом —  $(0 \div 3645)$  кеВ. Для дослідження використовували 39 проб із ґрунту (дерново-підзолистий) основних дослідницьких площ №1, які були розташовані від автотраси за 300–500 метрів і раніше не використовувались із сільськогосподарською метою і на золівдвалах: золівдвал-2 — 12 проб, золівдвал-3 — 15 проб. Проби відбиралися з верхнього ґрунтового горизонту глибиною 10–20 см методом «конверта», з майданчика розміром  $10 \times 10$  м брали 5 проб: 4 по кутах і 1 в центрі, формуючи таким чином одну пробу масою 1 кг [4]. Тривалість визначення питомої ефективної активності однієї проби становила 30 хв. Отримані результати спектрометрії ґрунтів представлялись із відрахуванням фону кювети.

Аналогічні дослідження проводились і в умовно чистій зоні (контрольна зона) — на 13 дослідницьких площах, які за своїми ландшафтними та територіально-природними особливостями ґрунтів не відрізнялися від території Бурштинського регіону.

Для оцінки ступеня вірогідності результатів дослідження застосовували варіаційно-статистичний метод аналізу отриманих результатів із використанням пакета статистичних програм Statistica v. 6.1 (США).

Проведене дослідження є фрагментом наукової комплексної роботи «Клініко-епідеміологічне дослідження техногенного впливу Бурштинської ТЕС на рівень захворюваності населення та стан довкілля Галицького району Івано-Франківської області» (0115U001672).

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Радіометрична зйомка ґрунтів дослідницьких ділянок дала можливість визначити характер розподілу та акумуляції природних радіонуклідів у доквіллі навколо БуТЕС і на умовно чистих територіях. Встановлено, що потужність експозиційної дози (ПЕД) на досліджуваних площах Бурштинського регіону (основна зона №1) в середньому становила  $(0,16 \pm 0,01)$  мкЗв/год, в контрольній зоні —  $(0,074 \pm 0,0042)$  мкЗв/год ( $p < 0,05$ ). При цьому ПЕД на досліджуваних ділянках залежала від місця їх розташування. Так, на відстані 10 км від БуТЕС на північний захід цей показник становив  $(0,13 \pm 0,011)$  мкЗв/год, від 0,10 до 0,15 мкЗв/год; на відстані 5 км —  $(0,16 \pm 0,01)$  мкЗв/год, від 0,14 до 0,17 мкЗв/год; на відстані 3 км на захід —  $(0,14 \pm 0,011)$  мкЗв/год, від 0,12 до 0,16 мкЗв/год, а за 3 км на схід —  $(0,38 \pm 0,04)$  мкЗв/год, від 0,22 до 0,54 мкЗв/год, на відстані 2 км на південний схід ПЕД становила  $(0,14 \pm 0,021)$  мкЗв/год, від 0,11 до 0,16 мкЗв/год, а за 10 км —  $(0,12 \pm 0,014)$  мкЗв/год, від 0,10 до 0,13 мкЗв/год.

Отже, ПЕД у зоні №1 була в більшості випадків у межах допустимої норми, хоча достовірно перевищувала результати, отримані в умовно чистій зоні, і залежала від місця забору проби — напрямку розиттів, відстані від енергетичного об'єкту.

За результатами проведених досліджень встановлено, що потужність експозиційної дози на двох золівдвалах (основна зона №2) становила відповідно на другому  $(1,18 \pm 0,24)$  мкЗв/год (від 0,19 до

$2,26$  мкЗв/год), на третьому —  $(0,48 \pm 0,043)$  мкЗв/год (від 0,26 до 0,64 мкЗв/год). Отримані результати достовірно переважали показники ПЕД оточуючої БуТЕС території — основної зони №1 та чинні нормативи. Тому території обох золівдвалів потребують особливого контролю і додаткового дослідження.

Таким чином, вивчення вмісту радіонуклідів у ґрунтах досліджуваних ділянок навколо БуТЕС із урахуванням потужності експозиційної дози, відстані від енергетичного об'єкту є актуальним і становить великий науково-практичний інтерес.

Нами було виявлено, що у гамма-спектрах досліджуваних проб ґрунту присутні лінії природних радіонуклідів:  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  (сімейство  $^{238}\text{U}$ );  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{208}\text{Tl}$  (сімейство  $^{232}\text{Th}$ ) і  $^{40}\text{K}$ . При цьому встановлено, що питома активність  $^{214}\text{Pb}$  у ґрунтах двох золівдвалів достовірно переважала результати показники, отриманих на основній території №1 досліджуваної природно-техногенної зони, відповідно, в 4, 14 і 1,66 разу ( $p < 0,05$ ). Питома активність іншого представника уранового сімейства Bi-214 на території 2-го і 3-го золівдвалів достовірно переважала відповідно в 4,05 і 2,02 разу показники гамма-спектра, отримані на території №1 ( $p < 0,05$ ).

Дослідження ґрунтів обох основних територій виявили також радіонукліди торієвого ряду —  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{232}\text{Th}$ . При цьому їх рівень у пробах з обох золівдвалів у кілька разів достовірно перевищував показники, отримані на основній території №1. Так, рівень  $^{208}\text{Tl}$  у ґрунтах на другому і третьому золівдвалах в 2,96 і 1,72 разу відповідно перевищував показники, отримані з ділянок основної зони №1 ( $p < 0,05$ ). При цьому виявлено аналогічне підвищення і рівня  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{232}\text{Th}$  у пробах з обох золівдвалів.

Крім того, на обох золівдвалах відмічалось збільшення питомої активності  $^{40}\text{K}$ . Наприклад, її рівень на другому золівдвалі в 2,3 разу перевищував результати, отримані у ґрунтах із ділянок основної зони №1 ( $p < 0,05$ ), а третього золівдвалу — в 1,6 разу ( $p < 0,05$ ).

Дослідженнями, проведеними в контрольній зоні, не виявлені радіонукліди сімейства  $^{238}\text{U}$ , однак встановлена присутність у ґрунті радіонуклідів торієвого ряду і  $^{40}\text{K}$ . При цьому їх питома активність була достовірно меншою від результатів, отриманих в основній зоні.

Таким чином, встановлено, що у ґрунтах основних територій №1 і №2 величина потужності експозиційної дози зумовлена присутністю природних радіонуклідів із сімейств  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  і  $^{40}\text{K}$ . При цьому найвищі показники питомої активності виявлених радіонуклідів спостерігалися на ділянках обох золівдвалів, особливо другому. Отримані результати корелювали ( $r = 0,48$ ) з вищою потужністю експозиційної дози.

Отже оцінка рівня радіаційного фону, вивчення характеру розподілу продуктів природних радіонуклідів уранового та торієвого сімейства у ґрунтах природно-техногенної зони навколо ТЕС безперечно становить науково-практичний інтерес для відстеження можливих ризиків формування різних патологічних станів

серед місцевого населення, представників тваринного і рослинного світу.

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз ґрунтових зразків показав, що основними фоноутворюючими радіоізотопами територій навколо Бурштинської ТЕС є радіонукліди із сімейств  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  і  $^{40}\text{K}$ .

2. Найвищі показники потужності експозиційної дози та питомої активності радіонуклідів виявлялися на територіях золовідвалів, основній зоні.

На контрольних територіях аналогічні показники були достовірно нижчими.

3. Довкілля навколо об'єктів вугільної енергетики потребує постійного незалежного екологічного моніторингу, в тому числі із проведенням радіохімічного контролю, біоіндикації, паспортизації золовідвалів та регіону в цілому.

**Перспектива подальших досліджень.** Становить науковий інтерес вивчення питання розробки способів моніторингу довкілля навколо ТЕС шляхом біоіндикації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурлакова Е. Б. Феномен малых доз / Е. Б. Бурлакова // Барьер безопасности. — 2005. — № 2. — С. 12–14.
2. Зырянов В. В. Зола-уноса — техногенное сырье / В. В. Зырянов // М. : ИИЦ «Маска», 2009. — 319 с.
3. Кизильштейн Л. Я. Уголь и радиоактивность / Л. Я. Кизильштейн // Химия и жизнь. — 2006. — № 2. — С. 24–29.
4. Колесников В. В. Методические указания к решению типовых задач по оценке радиационной и химической обстановки по данным разведки на объектах народного хозяйства / В. В. Колесников // Ростов-н/Д : Изд-во РГСУ, 2006. — 64 с.
5. Рихванов Л. П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиозологии / Л. П. Рихванов. — Томск : Томск. политехн. ун-т : STT, 2009. — 430 с.
6. Сидорова Г. П. Радиоактивные элементы в выбросах ТЭС / Сидорова Г. П. // Метод. вопросы исследования надежности больших систем энергетики. — Баку : Азербайджан, 2013. — Вып. 63. — С. 224–233.
7. Chadwick K. H. The molecular theory of radiation biology / K. H. Chadwick, H. P. Leenhouts. — Berlin : Heidelberg ; N.Y. : Springer-Verlag, 1991. — P. 377.
8. Spirin D. A. Effects of ionizing radiation on organisms of terrestrial ecosystems in the East Urals radioactive track territory / D. A. Spirin // Radioecology and the Restoration of Radioactive-Contaminated Sites. — Dordrecht : Boston ; London. — 1996. — P. 235–244.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2016.

В. А. ЛЕВЧЕНКО, И. П. ВАКАЛЮК, М. Н. КАРАБАНОВИЧ, И. И. СВИСТУН, А. И. ОВЧАР, М. З. КРЫЛЬ

*Ивано-Франковский национальный медицинский университет*

## АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В ЗОНЕ ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ БУРШТЫНСКОЙ ТЭС

**Резюме.** Основной задачей исследования является оценка радиационной ситуации природно-техногенной зоны вокруг Бурштынской ТЭС. В процессе исследования анализ почвенных образцов показал, что основными радиоизотопами, образующими фон территорий вокруг Бурштынской ТЭС, являются радионуклиды из семейств  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$ .

**Ключевые слова:** тепловые электростанции, зола, радиационный фон, радионуклиды.

V. A. LEVCHENKO, I. P. VAKALUK, M. M. KARABANOVYCH, I. I. SVYSTUN, A. I. OVCHAR, M. Z. KRUL

*Ivano-Frankivsk National Medical University*

## ANALYSIS OF THE RADIATION SITUATION IN THE AREA OF ANTHROPOGENIC IMPACT BURSHTYN TPP

**Summary.** The main objective of the study is to evaluate the radiation situation of natural and technogenic zone around Burshtyn TPP. The study analysis of soil samples showed that the main areas around fonoutvoryuyuchymy radioisotopes Burshtynskoy TPP is radionuclides of families  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  and  $^{40}\text{K}$ .

**Keywords:** thermal power plant, ash, background radiation, radionuclides.

### Контактна інформація:

Левченко Валерій Анатолійович

д-р мед. наук, професор, зав. кафедри військово-медичної підготовки, екстреної та невідкладної медичної допомоги ДВНЗ ІФНМУ

тел. +38 (099) 521-43-68

e-mail: awgust@gazeta.pl