

ДОЗОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ^{131}I ГАЗОАЕРОЗОЛЬНИХ ВИКИДІВ АЕС У СВІТІ ПРОБЛЕМИ ЙОДНОГО ДЕФІЦИТУ НАСЕЛЕННЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Чорноморський державний університет імені Петра Могили

За результатами багаторічних радіоекологічних досліджень у районі розташування Південно-Української АЕС визначено середні індивідуальні дози внутрішнього опромінення людини в результаті винесення у довкілля ^{131}I з газоаерозольними викидами АЕС. Об'ємну активність ^{131}I у повітрі, ефективні дози від ^{131}I визначено, як функції фактору метеорологічного розбавлення, який розраховано для 16 румбів напрямків вітру. Проаналізовані величини дозового навантаження від радіоїоду при різній віддаленості населеного пункту від АЕС.

Ключові слова: газоаерозольні викиди АЕС, ^{131}I , фактор метеорологічного розбавлення, ефективна доза.

По результатам многолетних радиоэкологических исследований в районе размещения Южно-Украинской АЭС определены средние индивидуальные дозы внутреннего облучения человека в результате выброса ^{131}I с газоаерозольными выбросами АЭС. Объемную активность ^{131}I в воздухе, эффективные дозы от ^{131}I определены, как функции фактора метеорологического разбавления, рассчитанного для 16 румбов направлений ветра. Проанализированы величины дозовой нагрузки от радиоиода при различной удаленности населенного пункта от АЭС.

Ключевые слова: газоаерозольные выбросы АЭС, ^{131}I , фактор метеорологического разбавления, эффективная доза.

The average individual dose of the human exposure from the release of ^{131}I from the gas-aerosol emissions were identified as a result of long-term radioecological studies in the area again-displaced South-Ukraine NPP. The activity of ^{131}I in the air, the effective dose from ^{131}I determined as a function of meteorological dilution factor calculated for the 16 points of the wind compass directions were identified. The magnitude of ^{131}I radiation dose at different distances from human settlements NPP were analyzed.

Key words: gas and aerosol emissions from nuclear power plants, ^{131}I , a factor of meteorological dilution, the effective dose.

Вступ

В умовах ризику розвитку йододефіцитних захворювань живе майже 70 % населення України і при цьому практично у всіх без винятку регіонах. Південь і Схід України традиційно відносили до регіонів з низьким рівнем ендемії [5; 9], але окремі дослідження в останні десятиліття свідчили про наявність тенденції до зростання поширеності дифузного нетоксичного зобу серед дорослого і дитячого населення цих територій [11]. Дослідження Інституту ендокринології та обміну речовин АМН України хоча і не були масштабними, але дали підстави до засвідчення середнього ступенів йододефіциту в окремих місцевостях цих промислових регіонів [7]. Проблематичність цього питання для південних і східних регіонів країни пов'язана з тим,

що до загальновідомих причин виникнення йододефіциту (нестача йоду у ґрунті, воді, рослинах, продуктах харчування) додається причина, яка пов'язана зі значним техногенним навантаженням і забрудненістю довкілля токсичними речовинами. Це може призводити як до безпосереднього порушення засвоєння щитовидною залозою (ЩЗ) йоду, так і внаслідок зв'язування йоду у недоступну для кореневої системи рослин сполуку – до зменшення його вмісту у м'ясо-молочній продукції [9]. Крім того, особливо актуальними на сьогодні вважаються дослідження йодного статусу населення поблизу діючих АЕС через підвищений ризик радіаційного ураження ЩЗ в умовах йодної недостатності [7]. **Метою** досліджень, представлених у роботі, є визначення доз опромінення

населення від ^{131}I , що надходить у довкілля з газоаерозольними викидами Південно-Української АЕС, та підтвердження гіпотези важливості постійної та екстреної (у дозах, що у 1000 разів перевищують фізіологічні) йодної профілактики у районах розташування АЕС.

Матеріали та методи дослідження

Для визначення ефективної дози внутрішнього опромінення людини використано результати гамма-спектрометричних і радіохімічних досліджень проб ґрунту, продуктів харчування, виконаних НДЛ «Ларані» у період 1980-2000 рр. [6]. Використано дані лабораторії зовнішньої дозиметрії (ЛЗД) ПУ АЕС щодо величин інтегральної поглиненої дози у повітрі (за допомогою термомюлінісцентних дозиметрів ТЛД-500К), радіонуклідного складу атмосферних випадів, аерозолів атмосферного повітря зі стаціонарних постів $30^{\text{м}}$ км зони ПУ АЕС за 1999-2006 рр. [8], а також дані НДЛ «Ларані» зняття «нульового» радіаційного фону у районі ПУ АЕС за 1979-80 рр. [10]. При визначенні інгаляційної дози опромінення людини через газоаерозольні викиди АЕС використано дані ЛЗД ПУ АЕС

щодо річних об'ємів газоаерозольних викидів АЕС за 1999-2005 рр., застосовано методику МАГАТЕ з оцінки розсіювання домішок у повітрі на основі гаусової моделі розповсюдження домішок в атмосферному повітрі. При визначенні дифузійних властивостей повітряного середовища району ПУ АЕС використані дані багаторічних спостережень метеостанції м. Вознесенськ та метеостанції ПУ АЕС. Оцінка випадів радіонуклідів здійснена за розою вітрів для відстані (2500 м), на якій розташований найближчий до АЕС населений пункт.

Застосовано математичні моделі і дозові коефіцієнти інгаляційного і перорального надходження радіонуклідів до людини, рекомендовані МКРЗ [1; 2]. Визначення еквівалентної дози опромінення органів і тканин людини здійснено відповідно до біокінематичних і дозиметричних моделей МКРЗ [3; 4].

Результати досліджень та їх обговорення

За даними [8], викиди ^{131}I у повітря за період 1999-2006 рр. знаходилися в межах 78-400 Бк/с, при середньому значенні 286 ± 46 Бк/с (рис. 1).

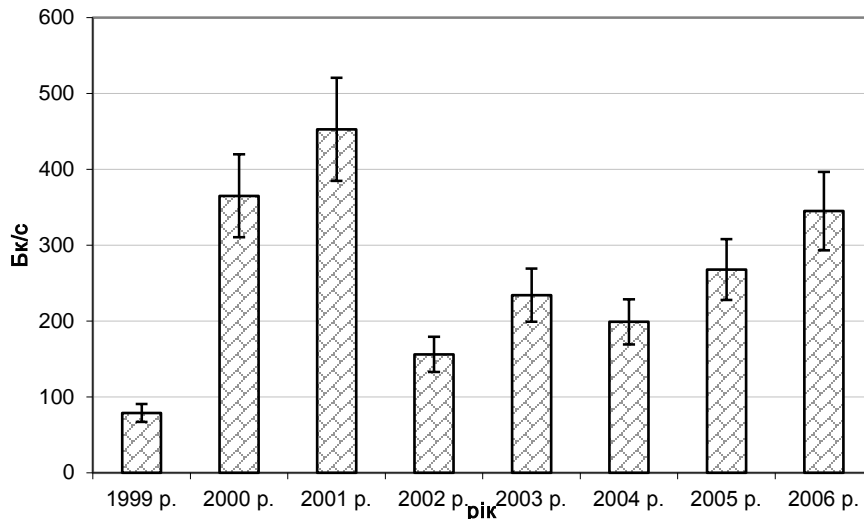


Рис. 1. Динаміка викидів ^{131}I за 1999-2006 рр.

Радіонуклідний склад газоаерозольних викидів ПУ АЕС, наведено на рис. 2. : ^3H – 60 %, ^{131}I – 20 %, ^{60}Co – 6 %, ^{51}Cr – 6 %, ^{137}Cs – 2 %, ^{58}Co – 2 %, ^{134}Cs – 1 %, $^{110\text{m}}\text{Ag}$ – 1 %, ^{54}Mn – 1 %, на усі інші – до 1 %.

Б

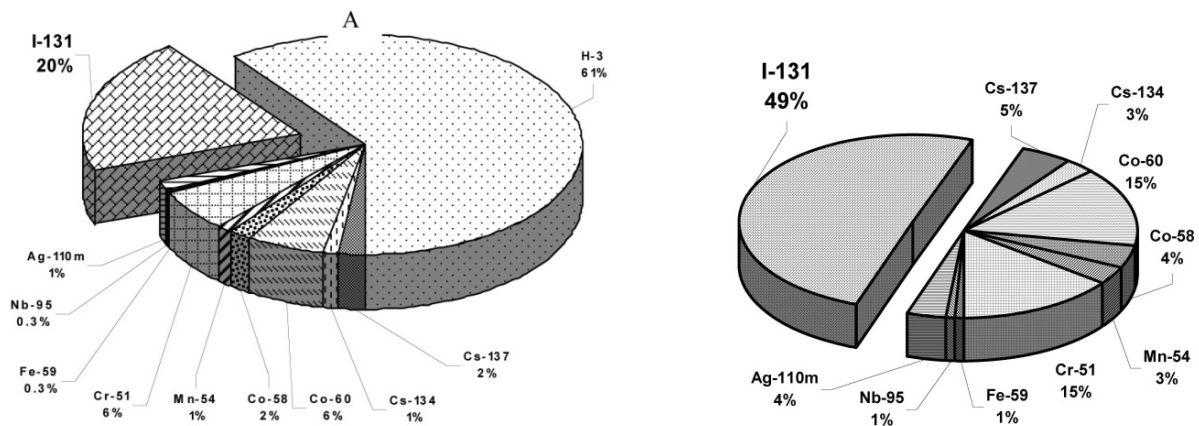


Рис. 2. Радіонуклідний склад газоаерозольних викидів ПУ АЕС і місце ^{131}I : у всьому складі (А), не враховуючи викиди ^3H (Б).

Як видно з рис. 1., А, викиди ^{131}I займають друге (після ^3H) місце (20 %) серед усього об'єму газоаерозольних викидів ПУ АЕС, а без врахування викидів ^3H – на ^{131}I припадає майже половина (49 %) об'єму газоаерозольних викидів (рис. 1, Б).

Результати визначення поглиненої у повітрі дози гамма-випромінювання за допомогою термомінісцентних дозиметрів ТЛД-500К, у середньому за період 1999 – 2005 рр., свідчили про рівні $0,85 \pm 0,3 \text{ мГр} \cdot \text{рік}^{-1}$, що не перевищує «допускових» показників ($0,75 \pm 0,16 \text{ мГр} \cdot \text{рік}^{-1}$) [10].

Сумарна бета-активність атмосферних випадів на території стаціонарних постів АЕС складала величини з інтервалу $(2,2-5,2) \cdot 10^7 \text{ Бк} \cdot \text{км}^{-2}$ на місяць, тобто також практично не відрізнялася від доексплуатаційного періоду. Незначні підвищення сумарної

бета-активності атмосферних випадів спостерігалися у березні-серпні, що пов'язано з сезонними явищами і місцевими метеорологічними характеристиками.

При визначенні дифузійних властивостей повітряного середовища району ПУ АЕС використані дані багаторічних спостережень метеостанції м. Вознесенськ та метеостанції ПУ АЕС. Визначено повторюваність категорій стійкості Ψ_j , середня швидкість вітру u_j для 16 категорій напрямку вітру. Середня величина фактору метеорологічного розбавлення для місцевості, віддаленої від АЕС на 2500 м (найближчий населений пункт) за різними напрямками вітру при середньорічній швидкості вітру $v = 3,5 \text{ м/с}$, склала $(0,59 \pm 0,26) \cdot 10^{-7} \text{ с} \cdot \text{м}^{-3}$ (рис. 3).

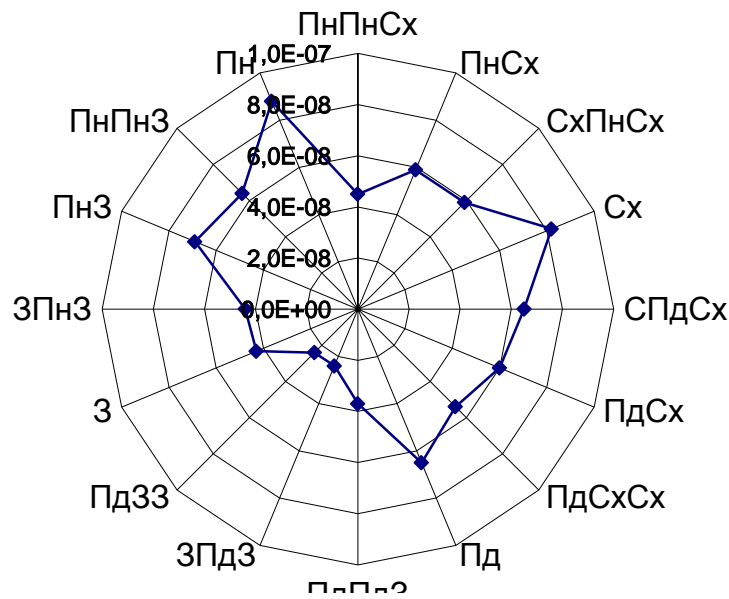


Рис. 3. Фактор метеорологічного розбавлення газозаерозольних викидів ПУ АЕС (для умов: категорія стійкості атмосферних умов – А, відстань від АЕС – 2500 м), $\text{с} \cdot \text{м}^{-3}$

З рисунку видно, що найбільші значення фактору (до $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ с} \cdot \text{м}^{-3}$) характерні для територій, розташованих у північному напрямку від АЕС, а також у південному та південно-східному напрямках (до $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ с} \cdot \text{м}^{-3}$). З урахуванням величин фактору метеорологічного розбавлення розраховано приземні концентрації радіонуклідів за 16 румбами напрямку вітру. За цими результатами вміст радіонуклідів у приземному шарі території радіусом 2500 м навколо ПУ АЕС за період 1999-2005 рр. змінювалися у діапазоні: за ^{137}Cs : $(1-8) \cdot 10^{-6} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за ^{134}Cs : $(2-6) \cdot 10^{-6} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за ^{60}Co : $(8-15) \cdot 10^{-7} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за ^{58}Co : $(0,7-7) \cdot 10^{-7} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за ^{54}Mn : $(0,8-4,0) \cdot 10^{-6} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за ^{51}Cr : $(5-20) \cdot 10^{-7} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за ^{59}Fe : $(0,4-2) \cdot 10^{-7} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за ^{95}Nb : $(0,5-2) \cdot 10^{-7} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за $^{110\text{m}}\text{Ag}$: $(0,6-5) \cdot 10^{-7} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за ^{131}I : $(2-230) \cdot 10^{-7} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$; за ^3H : $(85-235) \cdot 10^{-7} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$. Середньорічні величини концентрацій ^{131}I у приземному шарі атмосферного повітря

за розвою вітрів наведено на рис. 4, а. Як видно, для ^{131}I отримано діапазон значень, нижні і верхні границі якого відрізняються на два порядки. Це може бути пояснено тим, що вміст ^{131}I у повітрі навколо ПУ АЕС знаходився залежно від величини викидів з вентиляційної труби АЕС, які змінюються під час проведення ремонтних робіт обладнання блоків АЕС, та сприятливих для цих місць метеорологічних умов.

На основі цих даних та використовуючи математичні моделі і дозові коефіцієнти інгаляційного надходження радіонуклідів до людини, рекомендовані МКРЗ, розраховано середню ефективну дозу ($E_{i, \text{st-extr}}^{\text{int}(\text{inhal})}$) при інгаляційному надходженні радіонукліду i до людини. Інтегральна величина цієї дози ($E_{\text{st-extr}}^{\text{int}(\text{inhal})}$) склала $(10 - 250) \cdot 10^{-12} \text{ Зв} \cdot \text{рік}^{-1}$. Структуру цієї дози за внесками радіонуклідів наведено на рис. 5.: ^{131}I – 63 %, ^{60}Co – 17 %, $^{110\text{m}}\text{Ag}$ – 7 %, ^{137}Cs – 6 %, ^{134}Cs – 5 %, ^3H – 1 %, на усі інші – в цілому 1 %.

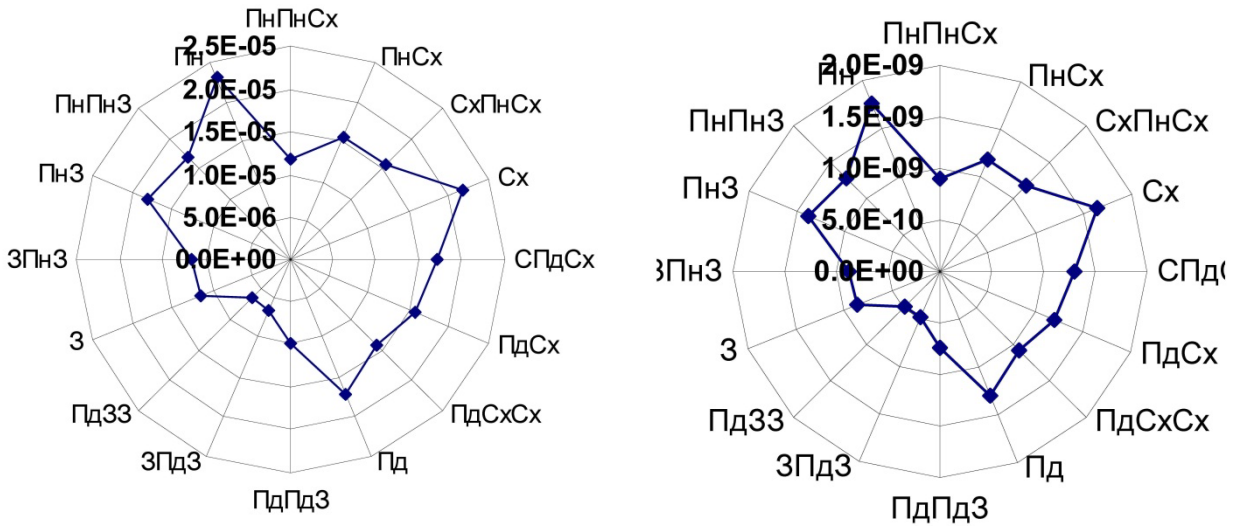


Рис. 4. Об'ємна концентрація ^{131}I у приземному шарі атмосферного повітря (а) та середні ефективні дози від інгаляційного надходження ^{131}I до людини (б) (для умов: категорія стікості атмосферних умов – А, відстань від АЕС – 2500 м).

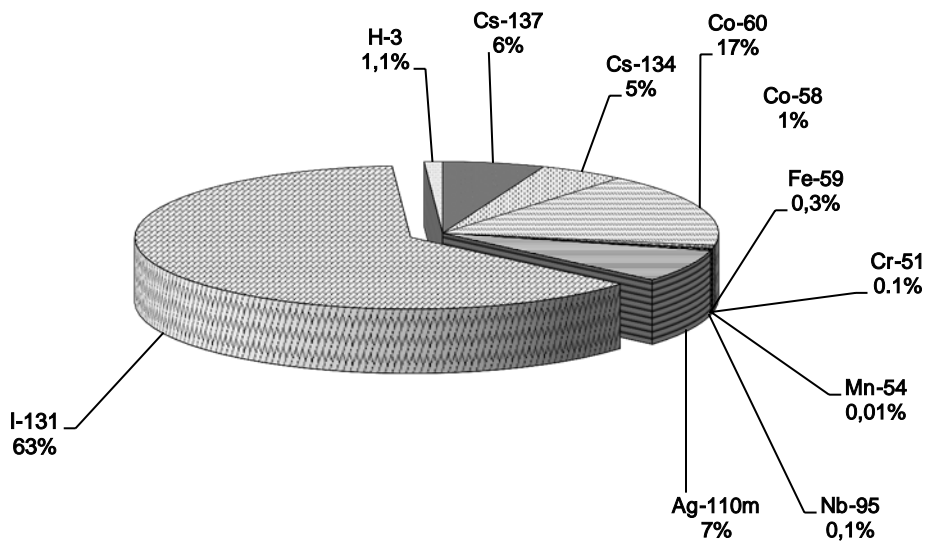


Рис. 5. Структура ефективної дози від інгаляційного надходження радіонуклідів $E_{st-extr}^{int(inhal)}$

На рис. 4, б наведено діаграму зміни величин середньої ефективної дози від інгаляційного надходження ^{131}I до людини для територій радіусом 2500 м навколо ПУАЕС. Як видно з рис. 4, б, при прийнятих умовах на ^{131}I приходить значна у формуванні ефективної дози опромінення людини,

хоча ця доза складає незначні величини: в інтервалі розкиду значень дорівнює $(2 - 250) \cdot 10^{-12} \text{ Зв} \cdot \text{рік}^{-1}$. Еквівалентні дози для органів і тканин людини при інгаляційному надходженні радіонуклідів наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Еквівалентні дози ($H_{st-extr}^{inhal}$) радіонуклідів до людини ($10^{-12} \text{ Зв} \cdot \text{рік}^{-1}$) $\bar{X} \pm \bar{Sx}$

Радіонуклід	Гонади	Червоний кістковий мозок	Легені	Щитоподібна залоза	Верхня частина товстої кишки
^{137}Cs	$4,3 \pm 1,3$	$4,15 \pm 0,7$	$4,3 \pm 1,0$	$3,95 \pm 0,9$	$4,5 \pm 0,5$
^{134}Cs	$3,7 \pm 1,2$	$3,7 \pm 0,4$	$3,5 \pm 0,6$	$3,3 \pm 0,5$	–
^{60}Co	$6,1 \pm 2,1$	$6,2 \pm 1,1$	$5,8 \pm 0,8$	–	–
^{58}Co	$0,23 \pm 0,03$	–	$0,27 \pm 0,04$	–	–

^{54}Mn	$0,23 \pm 0,04$	$0,36 \pm 0,05$	$2,2 \pm 0,05$	–	–
^{51}Cr	–	–	$0,27 \pm 0,06$	–	–
^{59}Fe	$0,10 \pm 0,02$	–	$1,0 \pm 0,07$	–	–
^{95}Nb	$0,036 \pm 0,003$	–	$0,69 \pm 0,02$	–	–
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	–	–	$45,8 \pm 12,1$	–	–
^{131}I	–	–	–	1500 ± 13	–
Усього:	$11,0 \pm 1,4$	$14,4 \pm 2,1$	$63,8 \pm 13,1$	1507 ± 12	$4,5 \pm 0,5$

З табл. 1 видно, що найбільший внесок у дозу опромінення гонад здійснювали ^{60}Co та радіоізотопи цезію, легенів – $^{110\text{m}}\text{Ag}$, щитоподібної залози – ^{131}I , при цьому еквівалентна доза дорівнювала $(1500 \pm 13) \cdot 10^{-12} \text{ Зв} \cdot \text{рік}^{-1}$.

Визначення величини дози зовнішнього опромінення людини в результаті осадження радіоїоду на поверхні ґрунту здійснено за максимальним ($13,5 \cdot 10^{12} \text{ Бк/рік}$), середнім ($2,96 \cdot 10^{12} \text{ Бк/рік}$) та мінімальним ($0,2 \cdot 10^{12} \text{ Бк/рік}$) спостереженнями значеннями річного викиду

^{131}I з ПУАЕС. Коефіцієнт осадження йоду прийнято $2 \cdot 10^{-2}$. В результаті отримано, що при прийнятих умовах (відстань від АЕС – 2500 м, швидкість вітру – 3,5 м/с) доза зовнішнього опромінення людини від радіоїоду становить: за максимальним значенням – 5,68 мкЗв/рік, мінімальним – 0,06 мкЗв/рік, середнім – 1,01 мкЗв/рік. Величина фактору осадження радіоїоду на поверхні ґрунту склала у діапазоні $4,8\text{-}18,0 \cdot 10^{-10} \text{ с/м}^2$ (рис. 6, а).

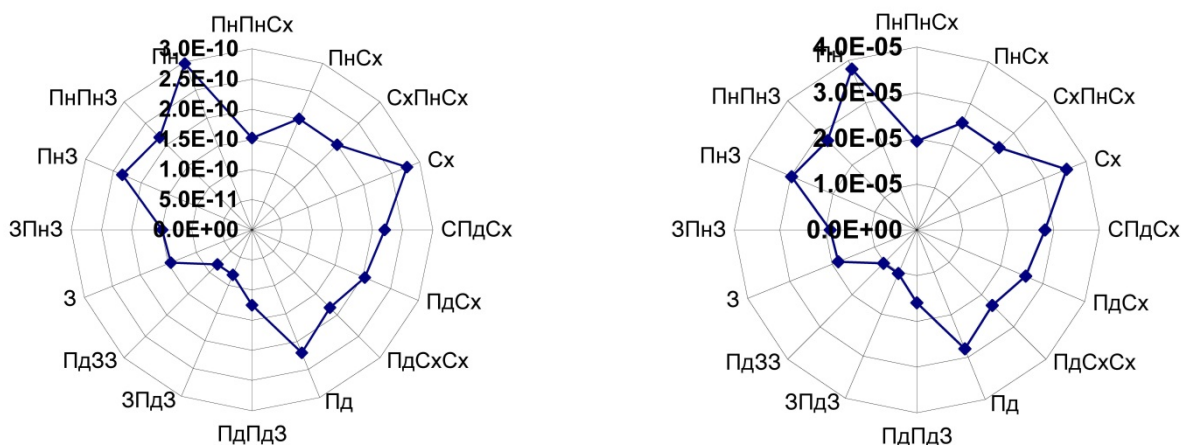


Рис. 6. Фактор осадження ^{131}I на поверхні ґрунту (а), середні ефективні дози від перорального надходження ^{131}I до людини (для умов: категорія стікості атмосферних умов – А, відстань від АЕС – 2500 м)

Для розрахунку величини ефективної дози внутрішнього опромінення людини від радіонуклідів, що потрапляють до людини за ланцюгом «газоаерозольні викиди АЕС – атмосферне повітря – ґрунт (листя рослин) – сільськогосподарські рослини, молоко, м'ясо – людина», визначення їх вмісту у продукції сільськогосподарського виробництва здійснено двома способами:

– за середньорічними даними газоаерозольних викидів ПУ АЕС за 1999-2005 рр., гаусовою моделлю розповсюдження домішок у повітрі та використовуючи відому модель перенесення радіонуклідів у рослини через кореневий і стебловий шляхи в результаті осідання викидних домішок на поверхні ґрунту і рослинах;

– на підставі результатів досліджень вмісту ^{131}I у сільськогосподарській продукції з особистих і колективних господарств у 1991-2000 рр. та у продуктах з раціону харчування інтернатів і об'єктів громадського харчування м. Вознесенськ і смт. Арбузинка у 1993-1995 рр.

Визначена за першим способом середня індивідуальна ефективна доза від надходження до людини харчовим шляхом суміші радіонуклідів (^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{51}Cr , ^{59}Fe , ^{95}Nb , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{131}I , ^3H) склала $6,7 \pm 1,2 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ при розкиді від 2 до 8 $\text{мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$. Ці величини можна вважати верхніми оцінками, бо середні індивідуальні дози визначені для населення, яке мешкає у найближче розташованому до АЕС населеному пункті та для умов 100 % споживання людиною сільськогосподарських культур, які вирощуються на цій віддаленості від АЕС. Структуру дози за внесками радіонуклідів наведено на рис. 7.

Як видно з рис. 6, основний внесок у формування дози $E_{st-extr}^{int(ing)}$, крім ^{131}I (29 %), надавали ^{137}Cs , ^{134}Cs (60 %). Визначені за середнім значенням газоаерозольних викидів ПУАЕС еквівалентні дози для органів і тканин людини при пероральному надходженні до людини радіонуклідів наведено у табл. 2. З таблиці видно, що еквівалентна доза опромінення ^{131}I щитоподібної залози склала $622 \pm 23 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$.

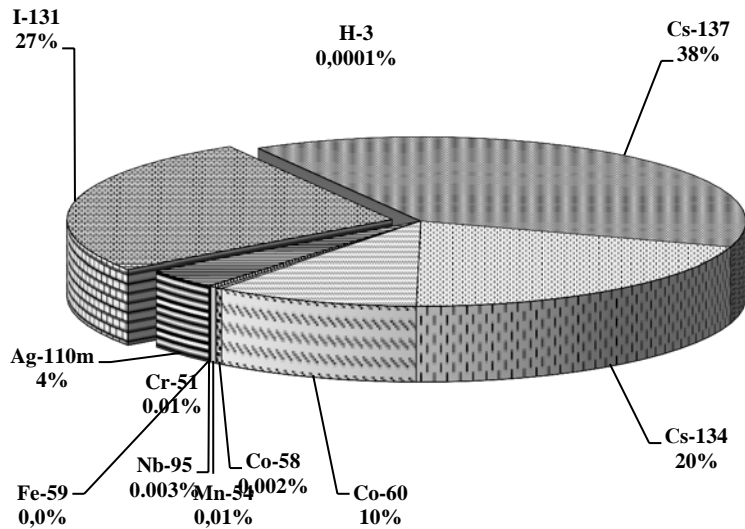


Рис. 7. Структура ефективної дози від перорального надходження радіонуклідів $E_{st-extr}^{int(ing)}$

Таблиця 2

Еквівалентні дози ($H_{st-extr}^{int(ing)}$) при пероральному надходженні радіонуклідів до людини ($10^{-6} \text{ Зв} \cdot \text{рік}^{-1}$)

Радіо-нуклід	Гонади	Червоний кістковий мозок	Легені	Щитоподібна залоза	Верхня частина товстої кишки
¹³⁷ Cs	18,2 ± 2,9	18,0 ± 2,7	18,0 ± 2,5	18,0 ± 5,1	18,2 ± 2,7
¹³⁴ Cs	15,4 ± 3,1	15,2 ± 3,2	15,0 ± 2,1	15,0 ± 4,3	–
⁶⁰ Co	4,2 ± 1,1	1,7 ± 0,4	1,2 ± 0,03	–	7,6 ± 1,8
⁵⁸ Co	0,2 ± 0,04	0,07 ± 0,02	–	–	0,4 ± 0,1
⁵⁴ Mn	0,14 ± 0,03	0,07 ± 0,03	0,03 ± 0,01	–	0,02 ± 0,01
⁵¹ Cr	0,0005	0,0001	–	–	0,0015 ± 0,0003
⁵⁹ Fe	0,012 ± 0,003	0,006 ± 0,02	0,0056	–	0,026 ± 0,004
⁹⁵ Nb	0,02 ± 0,004	–	–	–	0,004 ± 0,001
^{110m} Ag	2,5 ± 0,14	0,83 ± 0,21	0,65 ± 0,13	–	0,41 ± 0,11
¹³¹ I	–	–	–	589 ± 24	–
Усього:	40,7 ± 3,0	35,9 ± 3,1	34,9 ± 2,5	622 ± 23	26,7 ± 2,9

На рис. 6, б наведено діаграму зміни величин середньої ефективної дози від перорального надходження ¹³¹I до людини для територій радіусом 2500 м навколо ПУАЕС. Як видно з цього рисунку, ефективна доза від перорального надходження ¹³¹I до людини для територій радіусом 2500 м навколо ПУАЕС становить від 10 до 40 мкЗв/рік.

Через те, що і концентрація ¹³¹I у повітрі (рис. 4, а), і ефективна доза опромінення людини від інгаляційного і перорального надходження ¹³¹I (рис. 4 б, 6 б) є функціями фактору метеорологічного розбавлення, неважко визначити ці величини для територій, розташованих на інших відстанях від АЕС. На рис. 8 відображено результати розрахунку рівнів дозового навантаження від ¹³¹I для населення, що мешкає на іншій відстані від ПУАЕС.

Як видно з рис. 8, для територій, розташованих у 30-кілометровій зоні навколо ПУ АЕС, величина середньої індивідуальної дози знижується до одиниць $n10^{-6}$ Зв, а для територій поза цієї зоною – до $n10^{-8}$ Зв.

Висновки

1. Для територій, розташованих на відстані до 2,5 км від ПУАЕС:

- фактор метеорологічного розбавлення газоаерозольних викидів АЕС відрізняється найбільшими значеннями для північного, південного і південно-східного напрямків вітру;
- об'ємна активність ¹³¹I у приземному шарі атмосферного повітря становить $(2-230) \cdot 10^{-7} \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$;
- індивідуальна ефективна доза при інгаляційному надходженні ¹³¹I складала величини з інтервалу значень $(2-250) \cdot 10^{-12} \text{ Зв} \cdot \text{рік}^{-1}$;
- індивідуальна ефективна доза від перорального надходження ¹³¹I до людини становить від 10 до 40 мкЗв/рік.
- середня індивідуальна ефективна доза від надходження до людини пероральним шляхом суміші радіонуклідів (¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁵⁸Co, ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn, ⁵¹Cr, ⁵⁹Fe,

^{95}Nb , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{131}I , ^3H) склала $6,7 \pm 1,2 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ при розкиді від 2 до $8 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$;

– у структурі формування ефективної дози від інгаляційного надходження суміші викидних з АЕС радіонуклідів на ^{131}I припадає 63 %, від перорального надходження – 29 %;

– великий інтервал розкиду значень об'ємної активності ^{131}I та ефективних доз внаслідок інгаляційного та перорального шляхів надходження ^{131}I до людини визначається величиною викидів з вентиляційної

труби АЕС, що змінюються під час проведення ремонтних робіт обладнання блоків АЕС.

2. Ефективні дози від ^{131}I для місцевостей, розташованих у 30-кілометровій зоні навколо ПУ АЕС, величина середньої індивідуальної дози не перевищує $n10^{-6}$ Зв, а для територій поза цієї зони – $n10^{-8}$ Зв.

Перспективи подальших досліджень:

Проведення досліджень з визначення рівнів споживання йоду людиною на території, яка підлягає впливу газоаерозольних викидів Південно-Української АЕС на предмет розповсюдженості і рівня йододефіциту з розробкою відповідних контрзаходів.

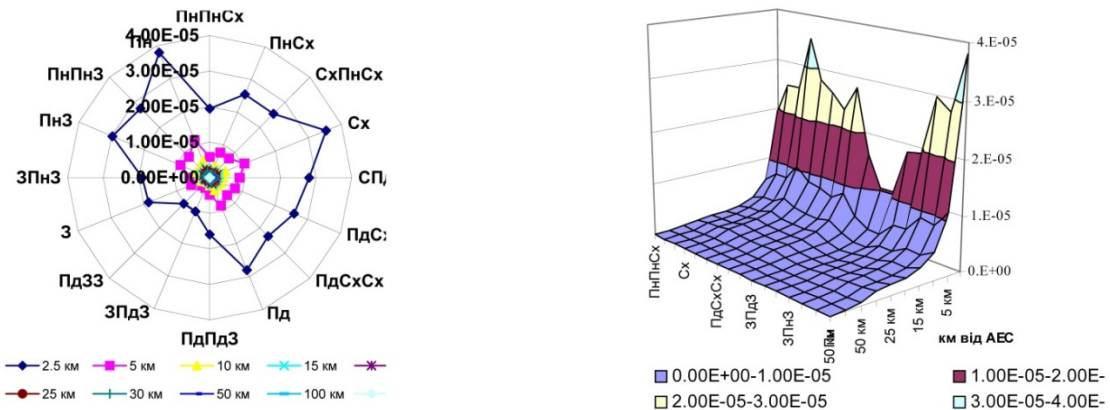


Рис. 8. Ефективні дози від ^{131}I для місцевостей, віддалених від ПУАЕС на відстань від 2,5 км до 150 км: а) кругова діаграма для 16 румбів напрямку вітру, б) тримірна діаграма зміни рівня дозового навантаження залежно від відстані

ЛІТЕРАТУРА

1. IAEA, 1980. Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting. A Safety Guide. IAEA Safety series No. 50-SG-S3.
2. IAEA, 1982. Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases. Exposures of critical groups. IAEA Safety series №57.
3. ICRP Publication 66. Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. – Oxford: Pergamon Press, 1994. – 482 p. (Публикация 66 МКРЗ, Модель респираторного тракта человека для радиологической защиты).
4. ICRP Publication 67. Age-Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 2. Ingestion Dose Coefficients. – Oxford: Pergamon Press, 1993. – 166 p. (Публикация 67 МКРЗ, Возраст-зависимые дозы лиц из населения от поступления радионуклидов. – Ч. 2: Дозовые коэффициенты при пероральном поступлении).
5. Вацеба А. О. Епідеміологія захворювань щитоподібної залози в умовах йодної недостатності / А. О. Вацеба, В. М. Гаврилюк // Лікар. справа. – 2002. – №1. – С. 31-33.
6. Григор'єва, Л. І., Томілін Ю. А. Формування радіаційного навантаження на людину в умовах півдня України : чинники, прогнозування, контрзаходи : монографія / Л. І.Григор'єва, Ю. А.Томілін. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. – 370 с.
7. Кравченко В. І. Основні етапи дослідження йодної недостатності та динаміка її ліквідації в Україні / В. І. Кравченко // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 1(3) – 2006.
8. Отчет по радиационной обстановке в районе расположения ЮУ АЭС: Отчет ЛВД ОРБ ОП ЮУ АЭС – 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006.
9. Паньків В. І. Йододефіцитні захворювання: алгоритми діагностики, профілактики, лікування / В. І. Паньків // Медична газета «Здоров'я України» – № 5. – 2007. – С. 52-53.
10. Радиационная обстановка вокруг Южно-Украинской атомной электростанции в предпусковой период (снятие нулевого фона) // Отчет по НИР – К., 1980 г. – 147 с.
11. Ткаченко В. І. Медіана йодурії як критерій оцінки споживання йоду дитячим населенням луганської області [Електронний ресурс] / В. І. Ткаченко. – Режим доступу : <http://medexpert.org.ua/modules/myarticles/>.

Рецензенти: **Чорна В. І.**, д.б.н., професор;
Кутлахмедов Ю. О., д.б.н., професор.

© Григор'єва Л. І., 2012

Дата надходження статті до редколегії: 25.04.2012 р.

ГРИГОР'ЄВА Людмила Іванівна – д.б.н., проф., зав. кафедри біології та екологічної безпеки, Чорноморський державний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв.

Коло наукових інтересів: екологія людини, моделювання розповсюдження шкідливих речовин у навколишньому середовищі, міграція радіонуклідів у природних та штучних екосистемах.