

УДК 614.876:546.296+616-006(477.63)

<https://doi.org/10.33573/ujoh2019.01.052>

# РИЗИК ОПРОМІНЕННЯ РАДОНОМ ТА АНАЛІЗ ФАКТИЧНОЇ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НА РАК ЛЕГЕНЬ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ М. КРИВОГО РОГУ

**Іщенко Л. О.****Державна установа «Український науково-дослідний інститут промислової медицини», м. Кривий Ріг**

*Вступ.* Радон і його дочірні продукти розпаду був визнаний як основне джерело радіаційної небезпеки для населення в 1977 році Науковим комітетом щодо дії атомної радіації. Згідно з 115 доповіді Міжнародного комітету з радіаційного захисту, наводяться переконливі докази того, що радон і його дочірні продукти розпаду можуть бути причиною раку легень. У Кривбасі, регіоні з активним видобутком радієвміщуючої залізної руди, наявність шахтних виробок і кар'єрів, особливий характер забудови житлових селищ визначають важливість проблеми радону.

*Мета дослідження* – визначити ризики захворюваності на злоякісні новоутворення (ЗН) легень серед населення м. Кривого Рогу в умовах опромінення радоном та його дочірніми продуктами розпаду.

*Матеріали та методи дослідження.* Проаналізовано основні показники захворюваності на ЗН легень населення м. Кривого Рогу порівняно з показниками в м. Дніпрі, Дніпропетровській області та Україні в цілому за п'ятнадцятирічний період. Статистичну обробку результатів щодо захворюваності проведено за допомогою загальноприйнятих методів описової епідеміології. Визначено величину відносного ризику (RR), яка характеризує силу зв'язку між впливом шкідливих факторів і захворюваннями, та розраховано етіологічну частку (EF). При оцінці статистичних взаємозв'язків між показниками захворюваності на ЗН легень і рівнями радону в повітрі будинків отримано величину коефіцієнта прямої лінійної кореляції ( $r$ ).

*Результати.* У м. Кривому Розі та Дніпропетровській області рівень загальної захворюваності на ЗН достовірно зріс упродовж 1993–2007 років. Встановлено підвищений рівень захворюваності на ЗН у населення м. Кривого Рогу порівняно з показниками у м. Дніпрі ( $p < 0,01$ ) та Україні ( $p < 0,05$ ,  $RR = 1,14$  при  $CI 1,10–1,19$ ). Середній за 10 років (1997–2006 рр.) рівень захворюваності на ЗН легень в м. Кривому Розі є достовірно вищим порівняно з показниками в м. Дніпрі ( $p < 0,01$ ), Дніпропетровській області ( $p < 0,05$ ) та Україні ( $p < 0,01$ ,  $RR = 1,24$  при  $CI 1,11–1,37$ ), а середній за 10 років рівень смертності від ЗН легень в м. Кривому Розі є достовірно вищим порівняно з показниками в м. Дніпрі ( $p < 0,01$ ) та Україні ( $p < 0,01$ ,  $RR = 1,25$  при  $CI 1,12–1,41$ ). Зафіксовано підвищений відносний ризик захворювання на ЗН легень серед чоловічого ( $RR = 1,32$  при  $CI 1,18–1,48$ ;  $EF = 24,2\%$ ) і жіночого ( $RR = 1,25$  при  $CI = 0,96–1,63$ ;  $EF = 20,0\%$ ) населення м. Кривого Рогу порівняно з Україною загалом. Визначено підвищений відносний ризик смертності від ЗН легень серед чоловічого ( $RR = 1,24$  при  $CI = 1,09–1,41$ ;  $EF = 19,4\%$ ) і жіночого ( $RR = 1,46$  при  $CI = 1,08–1,98$ ,  $EF = 31,5\%$ ) населення м. Кривого Рогу порівняно з Україною загалом. Визначено значення коефіцієнта кореляції ( $r$ ) в одноповерхових будинках –  $0,72$  ( $p < 0,01$ ); на перших поверхах багатоповерхових будинків –  $0,81$ ; вище першого поверху –  $0,91$  (для п'ятиповерхових панельних будинків з аномально високими рівнями радону).

*Висновки.* У ході проведених досліджень було встановлено, що в м. Кривому Розі, яке за рівнями радону в житлових приміщеннях характеризується як радононебезпечне, відмічається статистично достовірне збільшення показників захворюваності населення на ЗН легень порівняно з загальноукраїнськими показниками. Визначено підвищений відносний ризик захворюваності та смертності від ЗН легень серед чоловічого та жіночого населення м. Кривого Рогу порівняно з Україною загалом. Встановлені значення коефіцієнта прямої лінійної кореляції ( $r$ ) свідчать про наявність зв'язку впливу шкідливого чинника на захворюваність ЗН легень серед населення промислового регіону з активним видобутком залізної руди.

**Ключові слова:** ризики, радон, радонова небезпека, рак легень, залізорудний регіон, населення залізорудного регіону

## Вступ

Вплив на населення природних радіонуклідів, а саме радону та його дочірніх продуктів розпаду (ДПР), визначає дози опромінення населення в усіх регіонах світу [1]. Радон був визнаний як основне джерело радіаційної небезпеки для населення в

1977 році Науковим комітетом щодо Дії атомної радіації (НКДАР, UNSCEAR).

Згідно з 115 доповіді Міжнародного комітету з радіаційного захисту, наводяться переконливі докази, які отримані в когортних дослідженнях шахтарів і в дослідженнях випадок-контроль у житлових будів-

лях, що радон і його ДПР можуть бути причиною раку легень [2]. Серед різних груп персоналу, які піддавалися дії радону на підземних роботах, спостерігалася збільшена частота захворювань на рак бронхів [3]. Зокрема, епідеміологічні дослідження робочих уранових копалень України, які опромінювалися радоном, дають чітку кореляцію між дозами опромінювання від ДПР радону й підвищенням частоти захворювань на рак легень, які не можна пояснити впливом інших чинників. Також, за даними [4], серед хворих на професійний рак органів дихання в Україні переважають працівники уранодобувної промисловості, які знаходяться під впливом радону і його ДПР. Значна кількість хворих на рак органів дихання працювала в підземних умовах на шахтах гірничозбагачувальних комбінатів Дніпропетровської та Кіровоградської областей [4].

У ході досліджень [5] з'ясовано, що в Донецькому вугледобувному регіоні будинки, як правило, розташовані в зонах геологічних порушень або над шахтними виробками. Автори вважають, що гірники зазнають підвищеного природного радіаційного впливу не тільки на робочому місці, але й у побутових умовах. Аналогічна ситуація склалася в Криворізькому залізорудному регіоні, де окремі житлові селища розташовані на територіях санітарно-захисних зон діючих гірничодобувних комбінатів (шахт, кар'єрів). Висока активність природних радіонуклідів у залізорудних породах родовищ Кривбасу та техногенно-порушений ґрунт призводять до накопичення радону і його ДПР у повітрі будинків [6]. В цілому ці фактори становлять певну небезпеку, можуть сприяти виникненню додаткового числа захворювань і визначають важливість проблеми радону для населення залізорудного регіону.

*Мета дослідження* – вивчити та проаналізувати показники захворюваності на злоякісні новоутворення (ЗН) легень та оцінити ризик опромінення радоном і його ДПР населення м. Кривого Рогу.

## Матеріали та методи дослідження

Проаналізовано захворюваність ЗН легень населення м. Кривого Рогу. При дослідженні використовували ретроспективний метод порівняльної гігієнічної оцінки.

В Управлінні статистики у м. Кривому Розі була отримана інформація щодо чисельності та статевовікової структури наявного населення м. Кривого Рогу за підсумками переписів населення 1989 і

2001 років, а також розрахункові дані за 2002–2007 роки.

Інформація щодо абсолютної чисельності вперше виявлених хворих на ЗН легень та абсолютної чисельності вперше виявлених хворих на всі форми ЗН, з урахуванням статевовікової структури, була отримана за даними Канцер-реєстру Криворізького міського онкологічного диспансеру (1993–2007 рр.). У ході аналізу отриманих даних застосовували загальноприйняте вікове групування з 5- і 10-літнім інтервалом.

Статистичну обробку отриманих результатів щодо захворюваності на ЗН легень проводили за допомогою загальноприйнятих методів описової епідеміології [7–9].

Для ідентифікації етіологічного фактора виникнення онкологічної патології в популяції населення визначали величину відносного ризику (RR) та етіологічну частку (EF) [8, 9].

Для оцінки статистичних взаємозв'язків між показниками захворюваності на ЗН легень і рівнями радону в повітрі був використаний метод кореляційного однофакторного аналізу за загальноприйнятими методиками [10]. Для цього розраховувався лінійний показник кореляції – коефіцієнт кореляції ( $r$ ), що варіює від нуля до одиниці. У ході обчислення були використані дані щодо захворюваності на ЗН легень населення м. Кривого Рогу у 1997–2006 роках і раніше визначені показники рівнів еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) радону в повітрі різних типів житлових будинків і залежно від поверху [6].

## Результати дослідження та їх обговорення

Проведено аналіз захворюваності на ЗН легень населення м. Кривого Рогу в 1993–2007 роках і вивчено загальну динаміку захворюваності на ЗН у м. Кривому Розі порівняно з показниками захворюваності на ЗН по Україні та Дніпропетровській області (рис. 1). Аналіз даних показав, що в м. Кривому Розі захворюваність на ЗН за п'ятирічний період 2003–2007 років статистично достовірно зростає порівняно з 1993–1997 роками ( $p < 0,01$ ). Також, у місті захворюваність ЗН у 2003–2007 роках була вищою, ніж в Україні ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

Оцінка ризику захворіти на ЗН у 1999–2008 роках встановила, що серед населення м. Кривого Рогу існує підвищений відносний ризик захворіти на ЗН порівняно з Україною загалом ( $RR = 1,14$  при СІ 1,10–1,19).

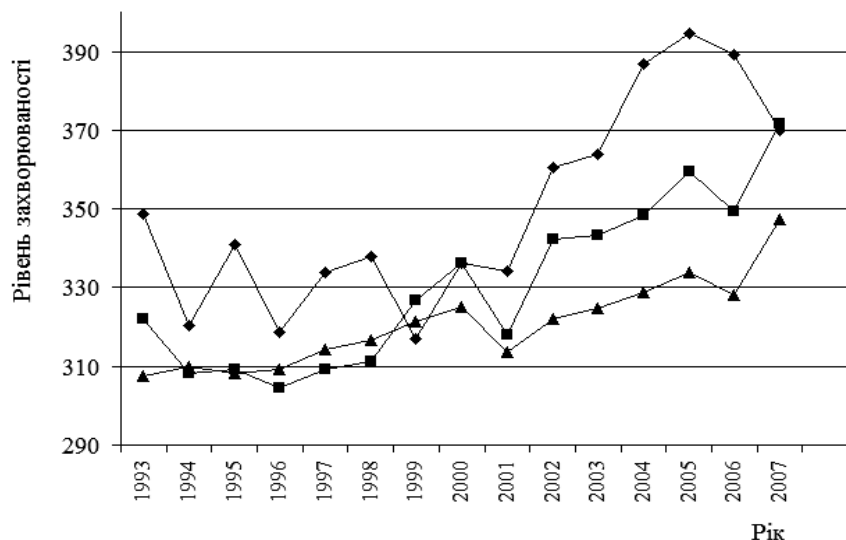


Рис. 1. Динаміка захворюваності на злоякісні новоутворення в 1993–2007 роках (на 100 тис. населення):  
 –▲– Україна;  
 –■– Дніпропетровська область;  
 –◆– м. Кривий Ріг.

Таблиця 1

Результати аналізу загальної захворюваності на злоякісні новоутворення в 1993–2007 роках (на 100 тис. населення)

Адміністративна територія	1993–1997 роки	1998–2002 роки	2003–2007 роки
Україна	309,8	319,7	328,8**
Дніпропетровська область	310,6*	326,9	351,7*
м. Кривий Ріг	332,5**	337,1	381,0**

Примітка. \*Відмінність показників достовірна ( $p < 0,05$ ), \*\*відмінність показників достовірна ( $p < 0,01$ ).

У структурі захворюваності на ЗН у м. Кривому Розі рак легень має пріоритетне положення, і в 2007 році склав 12,3 % від усіх локалізацій. Усього в 1993–2007 роках у м. Кривому Розі було зареєстровано 5697 хворих на ЗН легень, у тому числі 4842 чоловіків (85,0 %) і 855 жінок (15,0 %). Встановлено зменшення абсолютної кількості вперше захворівших осіб обох статей за п'ятирічними періодами, так з

1993–1997 років по 2003–2007 роки на 24,0 %, у тому числі чоловіків – на 26,1 %, жінок – на 10,1 %.

В цілому за 15-річний період порівняно з п'ятирічним (1993–1997 рр.) питома вага захворюваності на ЗН легень жіночого населення не змінилася. Зменшення питомої ваги захворюваності на ЗН легень у 1993–2007 роках сталося за рахунок чоловічого населення (рис. 2).

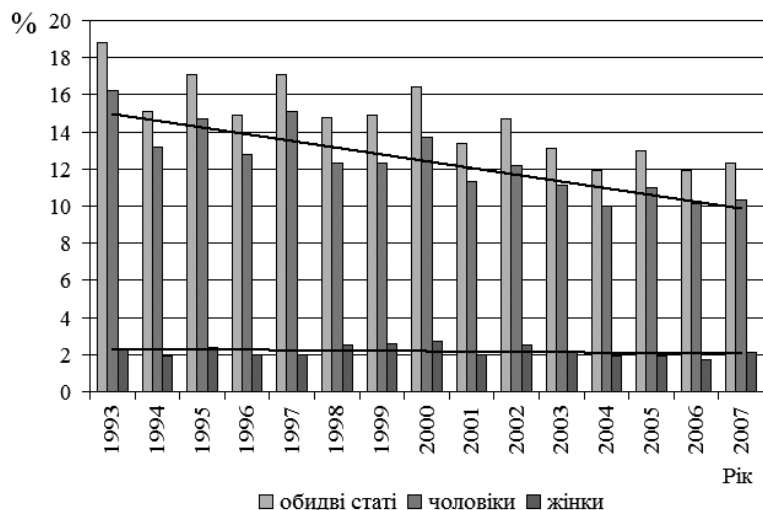


Рис. 2. Динаміка питомої ваги злоякісних новоутворень легень у структурі онкологічної захворюваності населення м. Кривого Рогу в 1993–2007 роках

У структурі захворюваності на ЗН чоловічого населення м. Кривого Рогу ЗН легень займає перше рангове місце, серед жіночого населення переважають пухлини молочної залози, шкіри, шлунка, ободової кишки, тіла матки, а рак легень стабільно займає сьоме рангове місце. У таблиці 2 наведені основні показники ЗН легень. Аналіз даних показує, що середній за 10 років (1997–2006 рр.) рівень захворюваності на ЗН легень в м. Кривому Розі є достовірно вищим порівняно з показниками в м. Дніпрі ( $p < 0,01$ ), Дніпропетровській області ( $p < 0,05$ ) та Україні ( $p < 0,01$ ). Також у 1999–2008 роках серед населення м. Кривого Рогу зафіксовано підвищений відносний ризик захворіти на ЗН легень порівняно з Україною загалом ( $RR = 1,24$  при  $CI\ 1,11–1,37$ ).

Середній за 10 років рівень смертності від ЗН легень у м. Кривому Розі є достовірно вищим порівняно з показниками в м. Дніпрі ( $p < 0,01$ ) та Україні ( $p < 0,01$ ). Визначено також, що існує підвищений відносний ризик смерті від ЗН легень серед населення м. Кривого Рогу порівняно з Україною загалом у 2003–2007 роках ( $RR = 1,25$  при  $CI\ 1,12–1,41$ ). Якщо порівнювати фактичну смертність від раку легень з прогнозованими випадками, то «радонові» раки будуть складати від 25 до 35 %. Порівняння середніх показників смертності за 5 років у 1997–2001 і 2002–2006 роках за вказаними адміністративними територіями показало, що зменшення смертності від ЗН легень статистично не підтверджується.

Проведено аналіз статево-вікових показників захворюваності на ЗН легень (табл. 3–4). У динаміці п'ятирічних періодів захворюваність зростає в середньому в два рази. Пік захворюваності на ЗН легень спостерігається у віковій групі 65–69 років у чоловіків і 70–74 років у жінок. У чоловічій когорті 51,0 % захворювань ЗН легень припадає на вікову групу 65–74 років, досить великий відсоток припадає на вікову групу 55–64 років – 21,6 %. У жінок на вікову групу 65–74 років припадає 40,7 % захворювань ЗН легень, а на вікову групу 55–64 років – 19,0 %.

Результати аналізу стандартизованих показників показали, що рівень захворюваності на ЗН легень серед населення м. Кривого Рогу росте лінійно з кожною віковою групою. Але рівень захворюваності у віковій групі 60–64 років практично завжди вищий, ніж у віковій групі 65–69 років. Цей процес відбувається за рахунок жіночого населення.

Таблиця 2

Основні показники злоякісних новоутворень легень у 1997–2006 роках (на 100 тис. населення)

Адміністративна територія	Захворюваність на 100 тис. населення										
	1997 рік	1998 рік	1999 рік	2000 рік	2001 рік	2002 рік	2003 рік	2004 рік	2005 рік	2006 рік	1997–2006 роки
м. Кривий Ріг	57,0	50,9	47,4	55,3	44,7	53,0	47,9	46,6	51,2	46,2	50,0
м. Дніпро	26,6	32,2	32,7	37,1	34,7	39,2	36,4	39,4	39,5	38,1	35,6
Дніпропетровська область	46,4	47,6	45,4	45,5	47,6	47,5	45,3	45,3	44,4	42,7	45,7
Україна	46,0	45,4	43,4	43,7	43,3	42,5	40,9	40,9	41,2	38,3	42,5
Смертність на 100 тис. населення											
м. Кривий Ріг	43,7	45,1	42,3	41,5	38,9	38,1	40,5	38,5	37,6	38,2	40,4
м. Дніпро	32,6	33,7	30,8	29,7	28,8	32,3	31,2	30,4	27,3	28,5	30,5
Дніпропетровська область	41,7	42,4	40,7	40,6	40,6	37,4	38,0	38,0	35,5	34,0	38,8
Україна	38,8	37,6	35,4	35,4	35,9	34,9	33,0	33,0	32,3	31,4	34,7

Таблиця 3

Вікові показники захворюваності на злоякісні новоутворення легень серед чоловічого населення м. Кривого Рогу в 1993–2007 роках (на 100 тис. населення)

Рік	Рівень, усього	У тому числі у хворих за віком														
		15–19	20–24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	70–74	75–79	80–84	85+
1993	136,7	–	–	–	7,3	15,3	40,5	31,0	192,2	511,3	557,1	1456,4	791,1	696,8	–	–
1994	101,7	–	–	–	3,7	7,7	52,0	53,1	118,8	369,9	404,1	1165,1	813,7	220,8	557,1	–
1995	119,5	–	4,2	–	11,0	11,5	69,4	70,8	90,8	456,9	469,7	1325,4	926,8	588,8	419,7	131,0
1996	96,6	–	–	–	3,7	3,8	52,0	26,5	66,4	435,1	322,2	1136,0	1017,2	294,4	364,3	393,2
1997	117,1	–	–	–	7,3	11,5	69,4	92,9	87,3	375,3	562,5	1136,0	1085,0	441,6	367,3	262,1
1998	95,4	–	–	–	–	7,7	57,8	88,5	55,9	228,4	420,5	975,8	1220,6	392,5	524,6	262,1
1999	88,7	4,3	–	–	–	7,7	52,0	44,2	83,8	217,6	409,6	801,0	1175,4	368,0	557,1	–
2000	104,1	–	–	–	–	3,8	40,5	62,0	101,3	163,1	491,5	786,5	1785,7	662,4	557,1	262,1
2001	91,7	–	–	–	–	–	31,4	71,9	181,2	274,7	314,6	363,4	535,6	264,8	196,3	118,6
2002	100,1	–	3,6	3,9	–	4,3	26,0	73,4	118,4	191,0	319,8	402,5	636,8	756,7	349,2	104,8
2003	89,8	–	–	–	–	9,0	18,8	42,7	129,8	207,7	339,6	382,8	524,1	593,9	311,8	213,9
2004	86,7	–	–	–	–	9,1	20,3	53,9	105,3	208,8	362,3	432,3	341,9	645,8	220,2	52,8
2005	97,3	–	6,8	–	4,1	9,0	33,6	61,2	140,9	239,5	370,1	458,3	375,7	767,3	172,6	–
2006	88,2	–	–	–	4,1	–	22,3	77,1	106,3	195,7	218,9	474,3	360,0	680,0	454,9	99,3
2007	85,2	–	–	–	8,1	–	23,4	49,3	141,0	193,3	290,4	406,4	504,7	340,5	344,7	91,9

Таблиця 4

Вікові показники захворюваності на злоякісні новоутворення легень серед жіночого населення м. Кривого Рогу в 1993–2007 роках (на 100 тис. населення)

Рік	Рівень, усього	У тому числі у хворих за віком														
		15–19	20–24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	70–74	75–79	80–84	85+
1993	18,9	–	–	–	–	–	5,0	3,6	6,3	60,5	55,7	102,7	122,6	68,0	–	–
1994	12,8	–	–	–	–	–	10,0	3,6	–	18,6	27,8	58,7	122,6	84,9	70,2	35,3
1995	16,8	–	–	–	3,5	–	–	3,6	18,8	37,2	27,8	88,0	84,9	66,0	193,3	70,6
1996	13,1	–	–	–	–	–	–	3,6	18,8	27,9	27,8	95,3	28,3	75,5	52,7	–
1997	13,6	–	–	–	–	–	5,0	3,6	18,8	27,9	31,8	51,3	75,5	103,8	35,1	35,3
1998	16,8	–	–	–	–	–	24,9	3,6	9,4	27,9	43,8	110,0	103,8	47,2	70,2	35,3
1999	16,5	–	4,0	–	–	–	10,0	14,4	3,1	46,6	47,7	58,7	113,8	75,5	52,7	35,3
2000	17,8	–	–	–	–	–	5,0	7,2	15,7	14,0	43,8	80,7	160,4	103,8	87,8	70,6
2001	13,8	–	–	–	–	–	–	3,8	16,3	29,9	21,8	33,6	53,3	88,7	63,1	–
2002	17,0	–	–	–	–	–	3,2	7,2	18,7	16,8	26,3	48,8	76,0	107,6	60,5	72,7
2003	14,2	–	–	–	–	–	3,2	3,5	11,1	21,0	42,6	29,9	29,0	109,5	82,2	73,9
2004	13,5	–	–	–	–	–	3,4	10,2	18,9	17,7	38,4	23,1	38,5	81,8	102,2	–
2005	14,1	–	–	–	–	–	–	10,1	19,1	21,0	16,1	35,6	33,4	108,3	81,2	48,7
2006	12,5	–	3,4	–	–	–	3,7	3,3	11,2	28,4	35,8	19,5	36,8	95,7	19,6	23,5
2007	14,2	–	–	–	–	–	7,8	10,0	14,9	31,6	48,3	32,7	60,1	24,3	–	21,9

У жінок спостерігається приріст показників захворюваності від раку легень, який випереджає відповідну величину в чоловіків. Порівняно швидкий ріст захворюваності на рак легень серед жінок став однією з головних особливостей онкологічної захворюваності останніх десятиліть минулого століття. Причиною випереджаючого зростання захворюваності на рак легень серед жінок може бути суттєве збільшення куріння, пасивне куріння та вплив екологічних факторів.

У ході дослідження проведено аналіз ризиків захворювання на ЗН легень серед чоловічого та жіночого населення м. Кривого Рогу (табл. 5). Зафіксовано підвищений відносний ризик захворювання на ЗН легень серед чоловічого та жіночого населення м. Кривого Рогу порівняно з Україною загалом.

Проведено аналіз смертності від ЗН легень серед чоловічого та жіночого населення м. Кривого Рогу та здійснено аналіз ризиків смертності від ЗН легень серед чоловічого та жіночого населення м. Кривого Рогу (табл. 6). Визначено підвищений відносний ризик смертності від ЗН легень серед чоловічого та жіночого населення м. Кривого Рогу порівняно з Україною загалом.

Максимальний показник захворюваності на ЗН легень серед чоловічого населення встановлений у віковій групі 65–69 років і склав 25 %, у жінок у віковій групі 70–74 років і склав 23 %.

Встановлено, що в розрізі вікових груп середній показник ризику захворювання на ЗН легень серед чоловічого та жіночого населення м. Кривого Рогу підвищується з кожною віковою групою, і це явище є характерним як для чоловіків, так і для жінок. У

чоловіків у середньому різко (до 6 разів) підвищується ризик захворювання на ЗН легень у віці 40–44 років, а починаючи з віку 45–49 років у середньому підвищується в два рази й є стабільно високим, а серед жіночого населення ризик захворювання на ЗН легень у середньому підвищується в два рази з кожною віковою групою. Максимальний показник ризику захворювання на ЗН легень встановлено як у чоловіків, так і в жінок у віці 60 років і більше.

Серед багатьох причин, які обумовлюють онкологічну захворюваність населення, у тому числі й захворюваність на ЗН легень, певне значення мають умови проживання, а саме, стан повітря. Встановлені рівні радону та його ДПП у повітрі житлових будинків не виключають негативної їхньої дії на здоров'я населення.

З метою з'ясувати наявність або відсутність зв'язку між рівнями захворюваності населення м. Кривого Рогу на ЗН легень і рівнями ЕРОА радону в повітрі житлових будинках різних типів та залежно від поверху було проведено кореляційний аналіз. Встановлено, що показник коефіцієнта прямої лінійної кореляції ( $r$ ) для мешканців, які проживають в одноповерхових будинках, складає 0,72 ( $p < 0,01$ ), для жителів, які мешкають на перших поверхах багатоповерхових будинків, – 0,81, а для п'ятиповерхових панельних будинків з аномально високими рівнями радону ЕРОА, де мешканці проживають вище першого поверху, – 0,91. Визначені значення коефіцієнта кореляції свідчать про наявність сильного зв'язку впливу шкідливого чинника (у даному випадку ЕРОА радону) на захворюваність ЗН легень серед населення м. Кривого Рогу.

Таблиця 5

Ризик захворювання на злоякісні новоутворення легень серед населення м. Кривого Рогу порівняно з Україною загалом у 2002–2007 роках

Стать	Відносний ризик (RR)	Довірчі інтервали (CI)	Етіологічна частка (EF)
Чоловіки	1,32	1,18–1,48	24,2
Жінки	1,25	0,96–1,63	20,0

Таблиця 6

Показники ризику смерті від злоякісних новоутворень легень серед населення м. Кривого Рогу порівняно з Україною загалом у 2003–2007 роках

Стать	Відносний ризик (RR)	Довірчі інтервали (CI)	Етіологічна частка (EF)
Чоловіки	1,24	1,09–1,41	19,4
Жінки	1,46	1,08–1,98	31,5

## Висновки

У дослідженні встановлено, що в м. Кривому Розі, яке за рівнями ЕРОА радону в житлових приміщеннях характеризується як радононебезпечний регіон, відмічається статистично достовірне збільшення показників захворюваності населення на ЗН легень порівняно з загальноукраїнськими показниками.

1. У 1993–2007 роках у структурі онкологічної захворюваності населення м. Кривого Рогу відбулося зменшення показників питомої ваги захворюваності на ЗН легень за рахунок зменшення захворюваності серед чоловічого населення. При цьому серед жіночого населення міста показники питомої ваги захворюваності на ЗН легень залишаються стабільними.
2. Зниження рівнів захворюваності на ЗН легень серед чоловічого контингенту співпадає з періодом спаду виробництва залізної руди на

Криворіжжі, тобто зменшення частки професійного раку легень (з урахуванням латентного періоду розвитку професійного раку легень). Але на фоні цього процесу захворюваність на ЗН легень чоловічого населення м. Кривого Рогу залишається стабільно високою.

3. У м. Кривому Розі середній за 10 років (1997–2006 рр.) рівень захворюваності на ЗН легень є достовірно вищим порівняно з показниками в м. Дніпрі ( $p < 0,01$ ), Дніпропетровській області ( $p < 0,05$ ) та Україні ( $p < 0,01$ , RR = 1,24 при CI 1,11–1,37).
4. Встановлені значення  $g$  свідчать про наявність зв'язку впливу шкідливого чинника (у даному випадку ЕРОА радону) на захворюваність ЗН легень серед населення промислового регіону з активним видобутком залізної руди.  
Результати даного дослідження дають підстави для продовження ґрунтового вивчення представленої проблеми залізрудного регіону.

## Література

1. Павленко Т. О. Дози опромінення населення України, зумовлені техногенно-підсиленими джерелами природного походження. Довкілля та здоров'я. 2008. № 2. С. 36–38.
2. ICRP Publication 115. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon; ed. С. Н. Clement. In: *Annals of the ICRP*. 2010. 40 (1). 64 p.
3. Ковалевский Л. И., Оперчук А.П., Лось И. П. Состояние радиационной безопасности на урановых шахтах Украины. Довкілля та здоров'я. 2008. № 2. С. 4–6.
4. Кундієв Ю. І., Нагорна А. М., Варивончик Д. В. Професійний рак: епідеміологія та профілактика: монографія. Київ: Науково-виробниче підприємство «Видавництво "Наукова думка" НАН України», 2008. 335 с.
5. Уманський В. Я., Ластков Д. О., Партас О. В. Особливості оцінки радіаційної безпеки у вугледобувних регіонах. Український Радіологічний Журнал. 1999. № 7. С. 289–292.

6. Іщенко Л. О. Радіаційно-гігієнічне обстеження житлових приміщень Криворізького залізрудного регіону. Гігієна населених місць. Київ, 2008. Вип. 52. С. 256–260.

7. Лапач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel: 2-е изд., перераб. и доп. Київ: МОРИОН, 2001. 408 с.

8. Моніторинг захворюваності на злоякісні новоутворення працюючих в канцерогено небезпечних виробництвах України (із використанням методів аналітичної епідеміології): методичні рекомендації. Кундієв Ю. І., Варивончик Д. В., Нагорна А. М. та ін. Київ, 2009. 26 с.

9. Альбом А., Норелл С. Т. Введение в современную эпидемиологию; ред. Мати Раху; пер. с англ. И. Боня. Эстония: АО RHE, 1996. 122 с.

10. Гігієна праці: методи досліджень та санітарно-епідеміологічний нагляд; ред. А. М. Шевченка, О. П. Яворського. Вінниця: НОВА КНИГА, 2005. 52 с.

**Ищенко Л. А.**

## **РИСК ОБЛУЧЕНИЯ РАДОНОМ И АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ ЛЕГКИХ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ Г. КРИВОГО РОГА**

Государственное учреждение «Украинский научно-исследовательский институт промышленной медицины», г. Кривой Рог

*Введение.* Радон был признан основным источником радиационной опасности для населения в 1977 году Научным комитетом по действию атомной радиации. В 115 докладе Международного комитета по радиационной защите приводятся убедительные доказательства того, что радон может быть причиной рака легких. Уровни облучения от радиоактивного газа радона могут в значительной степени изменяться в зависимости от местной геологии, типа

здания, вентиляции и поведения жителей. В Кривбассе, регионе с активной добычей железной руды, наличие шахтных выработок и карьеров, особый характер застройки жилого сектора определяют важность проблемы радона.

*Цель исследования* — определить риски заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗН) легких среди населения г. Кривого Рога в условиях облучения радоном и его дочерними продуктами распада.

*Материалы и методы исследования.* Проанализированы основные показатели заболеваемости ЗН легких населения г. Кривого Рога по сравнению с показателями по г. Днепру, Днепропетровской области и Украине в целом за пятнадцатилетний период. Определена величина относительного риска (RR), характеризующая силу связи между воздействием вредных факторов и заболеваниями, и рассчитана этиологическая доля (EF). При оценке статистических взаимосвязей между показателями заболеваемости ЗН легких и уровнями радона в воздухе зданий рассчитана величина коэффициента прямой линейной корреляции ( $r$ ).

*Результаты.* В г. Кривом Роге и Днепропетровской области уровень общей заболеваемости ЗН достоверно вырос в течение 1993–2007 годов. Установлен повышенный уровень заболеваемости ЗН у населения г. Кривого Рога по сравнению с показателями по г. Днепру ( $p < 0,01$ ) и Украине ( $p < 0,05$ , RR = 1,14 при CI 1,10–1,19). Средний за 10 лет (1997–2006 гг.) уровень заболеваемости ЗН легких в г. Кривом Роге достоверно выше по сравнению с показателями по г. Днепру ( $p < 0,01$ ), Днепропетровской области ( $p < 0,05$ ) и Украине ( $p < 0,01$ , RR = 1,24 при CI 1,11–1,37), а средний за 10 лет уровень смертности от ЗН легких в г. Кривом Роге достоверно выше по сравнению с показателями по г. Днепру ( $p < 0,01$ ) и Украине ( $p < 0,01$ , RR = 1,25 при CI 1,12–1,41). Определен повышенный относительный риск заболевания ЗН легких среди мужского (RR = 1,32 при CI 1,18–1,48; EF = 24,2 %) и женского (RR = 1,25 при CI = 0,96–1,63; EF = 20,0 %) населения г. Кривого Рога по сравнению с Украиной в целом. Установлен повышенный относительный риск смертности от ЗН легких среди мужского (RR = 1,24 при CI = 1,09–1,41; EF = 19,4 %) и женского (RR = 1,46 при CI = 1,08–1,98, EF = 31,5 %) населения г. Кривого Рога по сравнению с Украиной в целом. Определено значение  $r$  в одноэтажных домах – 0,72 ( $p < 0,01$ ); на первых этажах многоэтажных домов – 0,81; выше первого этажа – 0,91 (для пятиэтажных панельных домов с аномально высокими уровнями радона).

*Выводы.* В ходе проведенных исследований было установлено, что в г. Кривом Роге, который по уровням радона в жилых помещениях характеризуется как радоноопасный, отмечается статистически достоверное увеличение показателей заболеваемости населения ЗН легких по сравнению с общеукраинскими показателями. Определены повышенный относительный риск заболеваемости и смертности от ЗН легких среди мужского и женского населения г. Кривого Рога по сравнению с Украиной в целом. Установленные значения  $r$  свидетельствуют о наличии связи влияния вредного фактора на заболеваемость ЗН легких среди населения промышленного региона с активной добычей железной руды.

**Ключевые слова:** риски, радон, рак легких, железорудный регион, население железорудного региона

Ishchenko L. O.

## RISK OF RADON RADIATION AND ANALYSIS OF LUNG CANCER MORBIDITY AMONG THE POPULATION OF KRYVVI RIH

State Institution «Ukrainian Research Institute of Industrial Medicine», Kryvyi Rih

*Introduction.* Radon and its daughter decay products was recognized as the main source of radiation hazard for the population by the Scientific Committee on Atomic Radiation (UNSCEAR) in 1977. According to the information from the 115<sup>th</sup> report of the International Committee on Radiation Protection radon and its daughter decay products can cause lung cancer. The problem with radon for Kryvbas region is rather important because of the iron ore mining, presence of mines and quarries and specific character of construction of residential settlements.

*The purpose of the study* was to identify the risk of morbidity of lungs tumor neoplasms among the population of Kryvyi Rih under exposure to radon and its daughter decay products.

*Materials and methods of research.* Main indicators of morbidity of lungs tumor neoplasms (TN) in citizens of Kryvyi Rih, according to the data of the Cancer Register of Kryvyi Rih Oncology Dispensary, have been analyzed and compared with those among citizens of Dnipro, Dnipropetrovs'k region and Ukraine as a whole over the fifteen-year period. The statistical processing of the results was made by general methods of epidemiology. The relative risk (RR) value has been determined, which characterizes the correlation between the effect of harmful factors and a disease, including an etiologic fraction (EF). When studying statistical interrelations between indices of morbidity of TN and levels of radon in the air of buildings a value of a direct linear correlation coefficient has been obtained.

*Results.* The overall incidence of tumor neoplasms (TN) in Kryvyi Rih and Dnipropetrovsk region has been significantly increased within 1993–2007. The high rate of TN in the population of Kryvyi Rih was found as compared to Dnipro ( $p < 0,01$ ) and Ukraine ( $p < 0,05$ , RR = 1,14 at CI 1.10–1.19). The average rate of lung cancer in Kryvyi Rih has been significantly higher within 10 years (1997–2006) as compared to Dnipro ( $p < 0,01$ ), Dnipropetrovsk region ( $p < 0,05$ ) and Ukraine ( $p < 0,01$ , RR = 1,24 at CI 1.11–1.37), while the average mortality rate from TN in Kryvyi Rih is significantly higher as



compared to Dnipro ( $p < 0,01$ ) and Ukraine ( $p < 0,01$ ,  $RR = 1,25$  at  $CI 1,12-1,41$ ). Among many reasons causing cancer morbidity, including lung cancer, these are living conditions, the air condition, in particular. The correlation analysis revealed that the coefficient of the direct linear correlation ( $r$ ) for inhabitants, residing in one-storey houses, is  $0,72$  ( $p < 0,01$ ), for inhabitants residing on the ground floors of multi-storey buildings is  $0,81$ , and for five-storey panel houses with very high levels of radon-222 above the ground floor –  $0,91$ . The determined values of correlation coefficients prove the evident link between the influence of the harmful factor (radon-222) and lung cancer rate among the population of Kryvyi Rih.

**Conclusions.** The research has revealed that in Kryvyi Rih, which is characterized as a radon-dangerous region by radon levels in residential areas, a statistically significant increase of lung cancer rates in comparison with the national indicators is recorded. The increased relative risk of morbidity and mortality because of lung cancer in the male and female populations of Kryvyi Rih as compared to Ukraine as a whole has been determined. The obtained values of the direct linear correlation coefficient confirm the correlation between the effect of the harmful factor (radon) and lung cancer rates among the population of the industrial region with intensive iron ore mining.

**Key words:** risks, radon, danger, lung cancer, iron ore region, population of the iron ore region

## References

1. Pavlenko T. O. (2008), «Doses of irradiation for the population of Ukraine, caused by technogenically-enhanced sources of natural origin», *Dovkillya ta zdorovya*, 2, 36–38.
2. ICRP. (2010), Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon, ICRP Publication 115, Ann. ICRP 40 (1).
3. Kovalevsky L. I., Operchuk A. P. and Los I. P. (2008), «The state of radiation safety in uranium mines in Ukraine», *Dovkillya ta zdorovya*, 2, 4–6.
4. Kundiyev Yu. I., Nahorna A. M. and Varyvonchik D. V. (2008), Profesiynyi rak: epidemiolohiya ta profilaktyka [Professional Cancer: Epidemiology and Prevention], Kyiv, Ukraine.
5. Umansky V. Ya., Lastkov D. O. and Partas O. V. (1999), «Peculiarities of radiation safety assessment in coal mining», *Ukrainian Radiologichnyi Zhurnal*, 7, 289–292.
6. Ishchenko L. O. (2008), «Radiation and hygienic survey of residential premises in Kriviy Rig iron ore region», *Hihiyena naselenykh mist*, 52, 256–260.
7. Lapach S. N., Chubenko A. V. and Babich P. N. (2001), Statisticheskie metody v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh s ispolzovaniyem Excel [Statistical methods in medical-biological research using Excel], MORION, Kiev, Ukraine.
8. Kundiev Yu. I., Varyvonchik D. V., Nahorna A. M. [et al.], (2009), Monitoryng zakhvoryuvanosti na zloyakisni novoutvorenniya pratsyuyuchykh v kantseroheno nebezpechnykh vyrobnystvakh Ukrainy (iz vykorystanniam metodiv analitychnoi epidemiolohiyi) (metodychni rekomendatsiyi) [Monitoring of the morbidity of malignant neoplasms of workers engaged in cancer-dangerous industries of Ukraine (using methods of analytical epidemiology) (methodical recommendations)], Kyiv, Ukraine.
9. Albom A. and Norell S.T. (1996), Vvedeniye v sovremennuyu epidemiyologiyu [Introduction to modern epidemiology], Translated from English by I. Bonya, AORHE, Estonia.
10. Shevchenko A. M. and Yavorovsky O. P. (2005), Hihiyena pratsi (metody doslidzhen ta sanitarno-epidemiolohichniy nahlyad) [Occupational health (research methods and sanitary and epidemiological surveillance)], Nova Knyha, Vinnytsya, Ukraine.

## ORCID ID автора:

Ищенко Л. О. (ORCID ID 00100-0002-1303-2031)

Інформація щодо джерел фінансування дослідження: дослідження виконано за темою «Профілактика професійних захворювань у робітників промислових підприємств», № держреєстрації 0109U000323.

Надійшла: 4 жовтня 2018 р.

**Контактна особа:** Іщенко Л. О., кандидат біологічних наук, лабораторія фізіології праці, ДУ «Український НДІ промислової медицини», буд. 40, вул. Виноградова, м. Кривий Ріг, 50096. Тел.: + 38 0 564 53 21 85. Електронна пошта: Lyudmila89bx@gmail.com