

# RADON IN PRESCHOOL ESTABLISHMENTS IN ZAPOROZHYE REGION AND DOSES OF IRRADIATION OF CHILDREN

Pavlenko T.A., Kostenetsky M.I., Kutsak .A.V., Sevalnev A.I., Aksenov N.V., Fryziuk M.A.

## РАДОН У ДОШКІЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ ДІТЕЙ



**ПАВЛЕНКО Т.О.,  
КОСТЕНЕЦЬКИЙ М.І.,  
КУЦАК А.В., СЕВАЛЬНЄВ А.І.,  
АКСЬОНОВ М.В.,  
ФРИЗЮК М.А.**

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України", м. Київ, Запорізький державний медичний університет, ДЗ "Запорізька обласна санітарно-епідеміологічна станція"

УДК 613.954 : [613.5 : 373.22] : 546.296] (477.64)

**Ключові слова: радон-222, дитячі дошкільні заклади, ефективна доза.**

днію з актуальних загальносвіт- тових проблем протирадіацій- ного захисту населення є опро- мінення радоном у будинках. Ця проблема гостро стоїть і для на- селення України. За останніми оцінками, середньозважена до- за опромінення населення краї- ни від радону-222 ( $^{222}\text{Rn}$ ) стано- вить 2,4 мЗв на рік, а близько 20-30 тисяч осіб отримують ефективні дози опромінення понад 20 мЗв на рік (ліміт дози для професіоналів категорії А). Загалом внесок радону у су- марну дозу опромінення насе- лення України оцінюється у 63% від загальної величини [1].

2010 року вийшла у світ нова "радонова" Публікація Міжна- родної комісії з радіаційного захисту (МКРЗ) [3], яка для си- туації опромінення радоном збільшила в 1,8 рази радіацій- ні ризики для населення. Крім того, 2011 року вперше у прак- тиці протирадіаційного захи- сту у Міжнародні стандарти радіаційної безпеки (BSS) МАГАТЕ було впроваджено вимоги до обмеження опромі- нення радоном [2].

Нині науковою спільнотою активно обговорюються про-

екти ще двох документів, які мають бути опублікованими найближчим часом. По-перше, це документ серії "Стандартів безпеки" МАГАТЕ: "Захист на- селення від опромінення при- родними джерелами у будин- ках" (Protection of the Public against Exposure Indoors due to Natural Sources of Radiation) та нова Публікація МКРЗ, присвя- чена дозовим коефіцієнтам для перерахунків внутрішніх доз опромінення професіона- лів, яка також містить нову ін- формацію щодо впливу радону та його дочірніх продуктів роз- паду.

Вихід цих публікацій, по суті, започатковує перегляд всієї іс- нуючої нормативної бази щодо радону та додатково впро- ваджує обов'язковий радіацій- ний контроль не лише під час здачі будинків в експлуатацію, але й контроль громадських будинків та робочих місць, не пов'язаних з практичною діяль- ністю.

Для Запорізької області про- блема радону теж є дуже акту- альною, оскільки область роз- ташована на геологічному утворенні "Український криста-

**РАДОН В ДОШКОЛЬНИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ И ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ**

**Павленко Т.А., Костенецкий М.И., Куцак А.В., Севальнев А.И., Аксенов Н.В., Фризиук М.А.**

**Целью** работы было исследование содержания радона в воздухе помещений детских дошкольных учреждений (ДДУ) Запорожской области и расчет доз облучения детей. Измерения проводились в отопительный сезон методом пассивной трековой радонотрии прибором "Trasck 2010Z" с месячной экспозицией. Всего проведено 250 измерений в городских и сельских ДДУ. Установлено, что среднегеометрическое значение эквивалентной равновесной

объемной активности радона-222 составило 167 Бк·м<sup>-3</sup>, что более чем в 3 раза превышает гигиенический норматив, установленный НРБУ-97 для ДДУ.

Рассчитаны эффективные дозы облучения детей. Средневзвешенная эффективная доза облучения составила 5,8 мЗв в год при диапазоне колебаний 3,3-11,5 мЗв в год. Установлено, что на первом этапе ДДУ дозы облучения выше, чем на втором. Достаточно высокие дозы облучения детей за счет радона в ДДУ являются основанием для проведения противорадоновых мероприятий.

**Ключевые слова: радон-222, детские дошкольные учреждения, эффективная доза.**

© Павленко Т.О., Костенецкий М.І., Куцак А.В., Севальнєв А.І., Аксьонов М.В., Фризиук М.А. СТАТТЯ, 2013.

49 ENVIRONMENT & HEALTH № 1 2013

4 Довкілля та здоров'я № 1-2013

Таблиця 1  
Кількісна характеристика  
досліджених ДДЗ Запорізької області

Місто / район	Кількість ДДЗ	Кількість дітей у ДДЗ
м. Бердянськ	14	3066
м. Запоріжжя	24	4718
м. Мелітополь	20	4096
Бердянський	10	564
Василівський	10	1654
Веселівський	4	337
Вільнянський	7	894
Гуляйпільський	9	491
Запорізький	10	816
Кам'янка-Дніпровський	10	982
Куйбишевський	10	644
Мелітопольський	10	686
Михайлівський	7	682
Новомиколаївський	3	263
Оріхівський	15	1153
Пологівський	4	462
Приазовський	10	503
Приморський	10	668
Токмацький	19	1838
Чернігівський	10	407
Якимівський	5	566
Разом	221	25490

лічний щит", який багатий на граніт з великим вмістом урану, що зумовлює значний вихід радону на поверхню ґрунту.

Перші дослідження радону на території Запорізької області було здійснено фахівцями Запорізької облСЕС у співдружності з науковцями Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзеева 2005 року. Було встановлено, що середні величини вмісту радону-222 у повітрі приміщень коливалися у діапазоні 36-112 Бк·м<sup>-3</sup>, а середньозважена доза опромінення населення області за рахунок радону становила 3,3 мЗв на рік [4].

Зважаючи на те, що дитячий організм має низку біологічних особливостей, через які його реакція на вплив іонізуючого випромінювання більш виражена, ніж у дорослих, нами було прийнято рішення оцінити вміст радону у повітрі дитячих дошкільних закладів області з подальшим розрахунком доз опромінення.

**Матеріали і методи дослідження.** Під час проведення роботи використовувалися дозиметричні, статистичні та розрахункові методи дослідження.

Вимірювання радону-222 у повітрі приміщень дитячих дошкільних закладів (ДДЗ) здійснювалося методом пасивної трекової радонометрії з використанням приладів "Track 2010Z" за методикою, затвердженою Постановою Головного державного санітарного лікаря України № 63 від 08.08.2000 р. [6]. Як детектор використано нітрат-целюлозну плівку типу LR-115 (Кодак, Франція).

Гарантія якості досліджень забезпечувалася калібруванням детекторів у радоновій атмосфері з відомою об'ємною активністю, яка має статус робочого еталону одиниці об'ємної активності радону (свідоцтво № 7721 від 16.12.2009 р.).

Для кожного ДДЗ, де проводилися дослідження, заповню-

вався сертифікат вимірювань з будівельною характеристикою приміщень: тип будівельних матеріалів, вентиляція, покриття стін і підлоги, перекриття між підлогою та ґрунтом, наявність провітрювання простору під підлогою, наявність підвалу та інше. У сертифікаті також зазначалася кількість дітей у дитячому закладі.

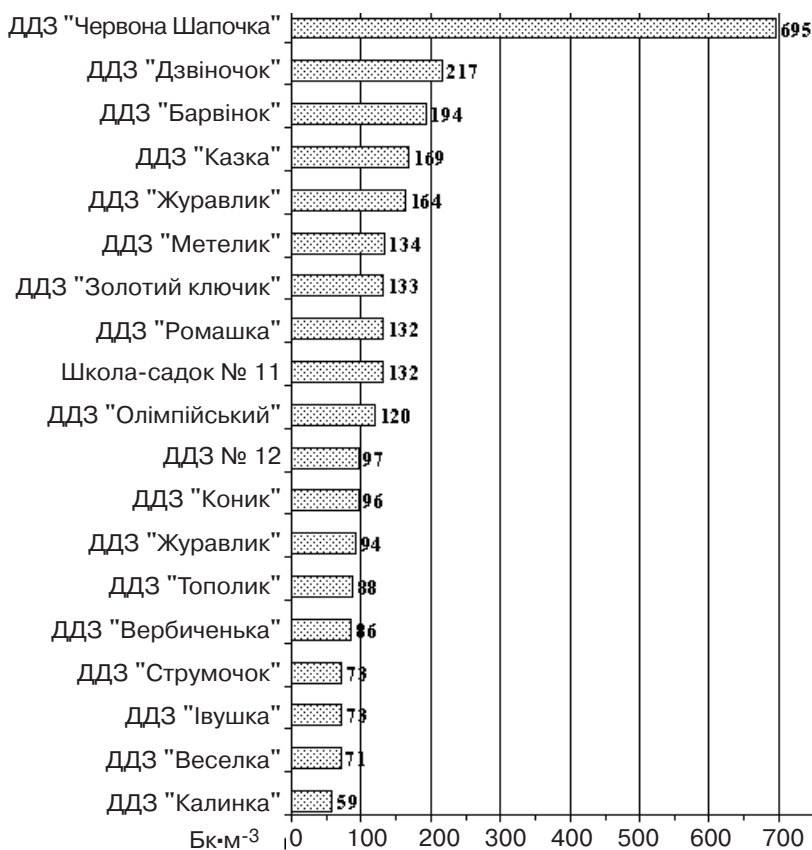
Радонові накопичувачі розміщувались у тих приміщеннях, де час перебування дітей максимальний: у спальнях, ігрових кімнатах. Термін експонування становив не менше 30 діб в опалювальний сезон.

Загалом було розміщено 250 радонових накопичувачів, з них 60 — у міських ДДЗ, 190 — у сільських. Загальна кількість дітей, які відвідують ці заклади, склала 25490 осіб (віком від 1,5 до 6 років) (табл. 1).

Ефективні дози (ЕД) опромінення дітей розраховувалися за моделями МКРЗ [6] і дозовими коефіцієнтами Наукового комітету з дії атомної радіації Організації Об'єднаних Націй (НКДАР ООН) [7].

Оцінюючи дози опромінення дітей віком до 10 років, застосовували дозовий коефіцієнт 2.

Рисунок 1  
Варіабельність активностей радону у повітрі приміщень  
ДДЗ Токмацького району



**RADON IN PRESCHOOL ESTABLISHMENTS  
IN ZAPOROZHYE REGION AND DOSES  
OF IRRADIATION OF CHILDREN**

**Pavlenko T.A., Kostenetsky M.I., Kutsak A.V.,  
Sevalnev A.I., Aksenov N.V., Fryziuk M.A.**

The aim was to study the content of radon in indoor air of preschool establishments in Zaporozhye region and to calculate radiation doses of the children. Measurements were carried out during the heating season by radonometric passive tracking device "Track 2010Z" with month exposure. All together there were 250 measurements in urban and rural preschool establishments. It is found that the geometric mean of equivalent equilibrium volume activity

of radon-222 is 167 Bq·m<sup>-3</sup> that is more than 3 times higher than the hygienical standart, set by NRSU-97 for preschool establishments.

Effective radiation doses of the children were calculated. Weighted average effective dose is 5.8 mSv per year with the level of variability 3,3-11,5 mSv per year. Found, that on the first floor of preschool establishments the radiation dose is higher than on the second floor. Doses, high enough to irradiate children in preschool establishments are basis for the antiradon activities.

**Keywords: radon-222, preschools,  
effective dose.**

**Основні статистичні параметри рівнів вмісту радону-222  
у повітрі приміщень**

Місто / район	Кількість вимірювань	Середнє арифм. ЕРОА	Середнє геом. ЕРОА	Мін. значення ЕРОА	Макс. значення ЕРОА
м. Бердянськ	14	274	234	104	692
м. Запоріжжя	26	107	102	59	178
м. Мелітополь	20	142	131	66	301
Бердянський	10	166	224	98	399
Василівський	10	169	147	34	345
Веселівський	10	131	125	76	180
Вільнянський	7	239	220	121	371
Гуляйпільський	10	308	304	224	403
Запорізький	10	160	140	80	362
Кам'янка- Дніпровський	10	141	136	93	198
Куйбишевський	10	177	160	56	335
Мелітопольський	10	177	172	121	224
Михайлівський	7	367	358	278	541
Новомиколаївський	5	184	168	101	334
Оріхівський	15	270	260	131	449
Пологівський	10	104	102	70	154
Приазовський	10	136	125	45	232
Приморський	10	202	184	92	406
Токмацький	20	148	123	69	695
Чернігівський	10	187	137	19	449
Якимівський	15	183	171	111	403
Середнє	-	184	167	-	-

Час перебування дітей у дитячому закладі приймався за 2000 годин на рік, що відповідає кількості часу, який батьки перебувають на роботі.

**Результати та їх обговорення.** У Запорізькій області працює 438 ДДЗ, які відвідують 62295 дітей. Було досліджено 221 дитсадок (понад 50% ДДЗ області).

Результати досліджень показали, що середньгеометричне значення еквівалентної рівноважної об'ємної активності

(ЕРОА) радону-222 по області у ДДЗ склало 167 Бк·м<sup>-3</sup>, що майже втричі перевищує гігієнічний норматив НРБУ-97 для приміщень у таких закладах, який дорівнює 50 Бк·м<sup>-3</sup> [8] (табл. 2).

Із 250 вимірювань лише 3 (1,2%) не перевищили рівнів обов'язкових дій для дитячих закладів.

Максимальні значення ЕРОА радону-222 у повітрі окремих приміщень ДДЗ області перебувають у діапазоні 541-

695 Бк·м<sup>-3</sup> (м. Бердянськ, Михайлівський, Токмацький райони). Мінімальні значення ЕРОА радону-222 (19-45 Бк·м<sup>-3</sup>) зафіксовано у приміщеннях ДДЗ Чернігівського, Василівського і Приазовського районів.

Водночас в окремих районах простежується певна варіабельність показників. Найбільш показовим щодо варіабельності рівнів радону у повітрі приміщень ДДЗ та закономірностей їх розподілу є Токмацький район (рис. 1).

Результати обстежень ДДЗ

**Таблиця 3  
Ефективні дози  
опромінення дітей у ДДЗ  
Запорізької області**

Місто / район	ЕД від 222Rn, мЗв/рік <sup>-1</sup>
м. Бердянськ	7,5
м. Запоріжжя	3,3
м. Мелітополь	4,2
Бердянський	7,2
Василівський	4,7
Веселівський	4
Вільнянський	7
Гуляйпільський	9,8
Запорізький	4,5
Кам'янка-Дніпровський	4,4
Куйбишевський	5
Мелітопольський	5,5
Михайлівський	11,5
Новомиколаївський	5,3
Оріхівський	8,3
Пологівський	3,3
Приазовський	4
Приморський	5,9
Токмацький	3,9
Чернігівський	4,4
Якимівський	5,5
Середнє	5,8



Рисунок 2

**Ефективні дози опромінення дітей від радону у сільських ДДЗ на перших поверхах, мЗв на рік**

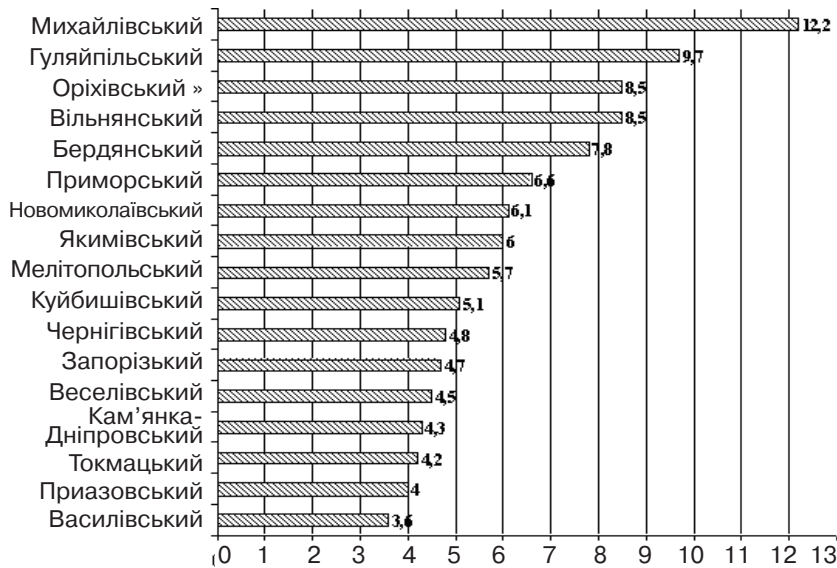


Рисунок 3

**Ефективні дози опромінення дітей від радону у сільських ДДЗ на других поверхах, мЗв на рік**

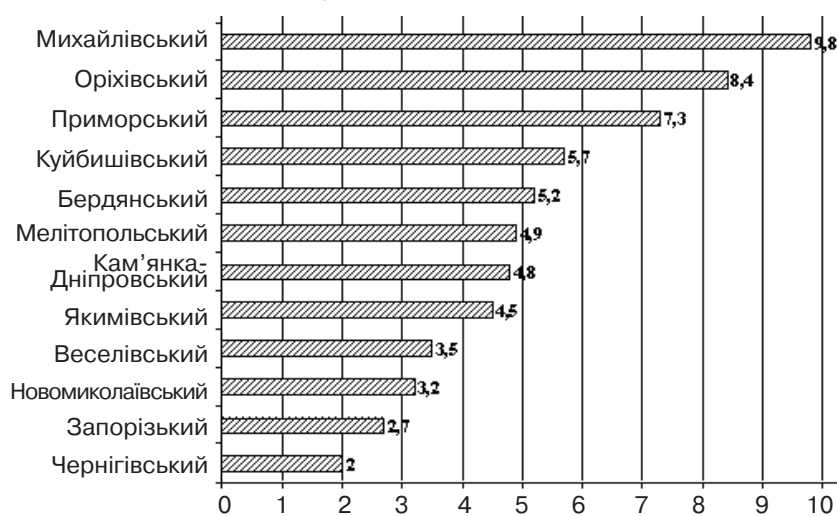
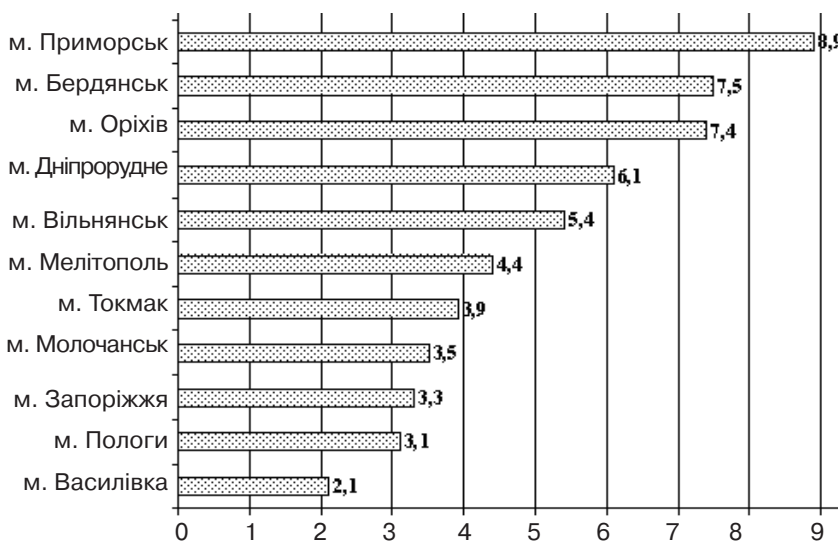


Рисунок 4

**Ефективні дози опромінення дітей від радону у міських дитсадках на перших поверхах, мЗв на рік**



цього району показали, що ЕРОА радону коливаються від 59 Бк·м<sup>-3</sup> до 695 Бк·м<sup>-3</sup> за середнього значення 123 Бк·м<sup>-3</sup>. Така варіабельність характерна і для інших районів області (м. Бердянська, Чернігівського, Бердянського, Василівського районів).

За результатами розрахунків ефективної дози (ЕД) опромінення дітей за рахунок <sup>222</sup>Rn встановлено, що ця величина у середньому по області становить 5,8 мЗв на рік (табл. 3).

При цьому діапазон коливання становить від 3,3 мЗв у м. Запоріжжі до 11,5 мЗв у Михайлівському районі. Максимальні ЕД опромінення отримують діти Михайлівського, Гуляйпільського та Оріхівського районів.

Аналіз ЕД опромінення дітей у сільській місцевості показав, що найбільше дозове навантаження від радону створюється у приміщеннях, розташованих на перших поверхах. При цьому найбільші дози отримують діти у ДДЗ Михайлівського району — 12,2 мЗв на рік, Гуляйпільського — 9,7 мЗв на рік, Оріхівського — 8,5 мЗв на рік, найменші дози — у Приазовському і Василівському районах — 4 мЗв на рік і 3,6 мЗв на рік відповідно (рис. 2).

У приміщеннях на другому поверсі максимальні ЕД отримують діти у Михайлівському, Оріхівському та Приморському районах, найменші дози — у Запорізькому і Чернігівському (рис. 3).

У міських дитсадках максимальні ЕД отримують діти на перших поверхах у містах Приморськ, Бердянськ, Оріхів, найменші дози — у містах Запоріжжя, Пологи, Василівка (рис. 4).

У приміщеннях на других поверхах максимальні ЕД отримують діти у м. Оріхів — 8,4 мЗв на рік, м. Василівка — 6,2 мЗв на рік, найменші дози — у м. Запоріжжя — 3 мЗв на рік (рис. 5).

Величина середньозваженої ЕД опромінення дітей від радону у сільських дитсадках на перших поверхах становить 6,1 мЗв на рік, на других поверхах — 5,2 мЗв на рік; у міських дитсадках на перших поверхах — 5,1 мЗв на рік, на других поверхах — 4,9 мЗв на рік.

Таким чином, встановлено, що перший поверх будівель

сільських і міських ДДЗ є критичним щодо опромінення дітей радоном-222.

Як зазначалося вище, середньозважені величини ЕД опромінення дітей за рахунок радону-222 у містах і районах області склали від 3,3 мЗв на рік до 11,5 мЗв на рік. Проте реальні дози опромінення окремих дітей з урахуванням стандартного відхилення можуть становити 3,7-14,4 мЗв на рік (рис. 6).

У результаті проведених досліджень встановлено, що рівні опромінення дітей від радону-222 у дитсадках області достатньо високі, у зв'язку з чим ця ситуація потребує втручання.

### Висновки

1. Середньгеометричне значення ЕРОА радону-222 у повітрі ДДЗ Запорізької області склало 167 Бк·м<sup>-3</sup>, що перевищує майже втричі гігієнічний норматив.

2. Величина ефективної дози опромінення дітей, які відвідують дитячі дошкільні заклади у Запорізькій області, у середньому становить 5,8 мЗв на рік. Діапазон коливань становить від 3,3 мЗв на рік у м. Запоріжжя до 11,5 мЗв на рік у Михайлівському районі.

3. Встановлено, що в обстежених ДДЗ Запорізької області необхідне негайне здійснення протирадонових заходів з метою зниження існуючого дозового навантаження дітей.

**Ефективні дози опромінення дітей від радону у міських дитсадках на других поверхах, мЗв на рік**

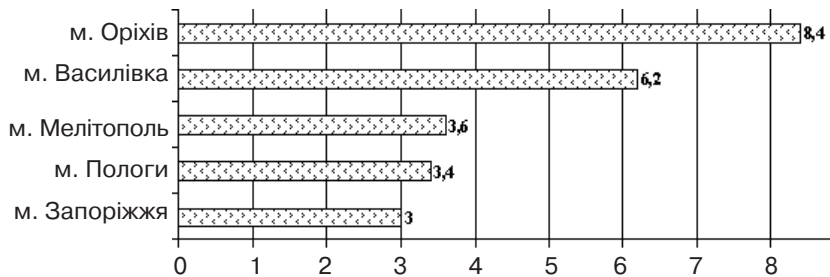


Рисунок 5

**Діапазон існуючих середньозважених ЕД опромінення дітей від радону у повітрі приміщень ДДЗ Запорізької області**

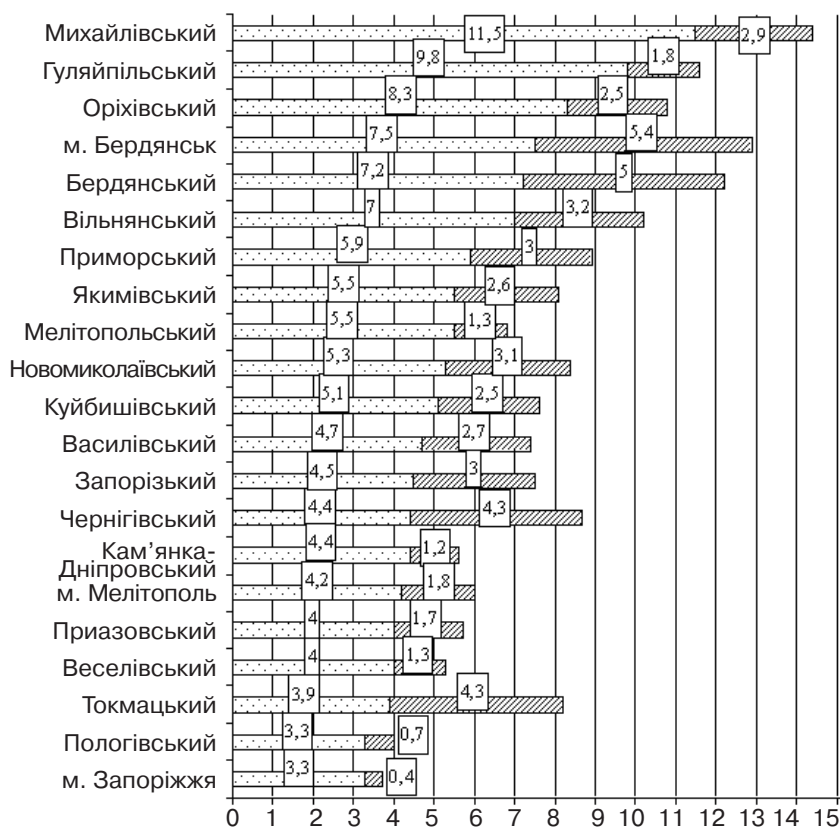


Рисунок 6

□ Середньгеометричне значення ЕД, мЗв/рік ▨ Стандартне відхилення ЕД, мЗв/рік

дів з метою зниження існуючого дозового навантаження дітей.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Павленко Т.О. Радіаційно-гігієнічна оцінка доз опромінення населення України від техногенно-підсилених джерел природного походження / Автореф. дис. — К., 2010. — 39 с.

2. ICRP Publication 115. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. — New York: Pergamon Press. — 2010. — 64 p. — (Annals of the ICRP. — 2010. — V. 40/1).

3. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards // IAEA Safety Standards Series № GSR. — Vienna: IAEA, 2011. — 303 p.

4. Павленко Т.А., Костенецький М.И., Аксенов Н.В. Оцінка доз облучення населення Запорізької області // Вестник гігієны и епидемиологии. — 2006. — Т. 10, № 1. — С. 103-106.

5. Вимірювання концентрації радону-222 у повітрі будинків методом пасивної трекової радонетрії з використанням приладу "Track 2010Z": Методичні вказівки з методів контролю. МВК 6.6.2.-063-2000 / МОЗ України. — К., 2000. — 21 с.

6. Публикация № 65 МКРЗ. Защита от радона-222 в жилых помещениях и на рабочих местах. — М.: Энергоатомиздат, 1995. — 78 с.

7. UNSCEAR 2000. Effects of Radiation on the Environment; Report to the General Assembly with Scientists Annex / United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. — New York: UN, 2000. — 842 p.

8. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): ДГН 6.6.1.-6.5.001-98 / Комітет з питань гігієнічного регламентування МОЗ України. — К., 1998. — 135 с.

Надійшла до редакції 30.11.2012.