

УДК 699.887.3

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260422.62.852

ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ У ЖИТЛОВИХ ТА КОМЕРЦІЙНИХ ПРИМІЩЕННЯХ Ж/М ПЕРЕМОГА-5 м. ДНІПРО

ПИЛИПЕНКО О. В.¹, канд. техн. наук, доц.,

ШАЛОМОВ В. А.^{2*}, канд. техн. наук, доц.,

ПАЛАМАРЧУК В. М.³, студ.,

МАХАРТОВ А. С.⁴, студ.

¹ Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: alex.pilip@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-9644-3118

^{2*} Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov1709@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

³ Факультет цивільної інженерії та екології, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (068) 444-83-07, e-mail: pknd29.75@gmail.com

⁴ Будівельний факультет, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (063) 202-10-58, e-mail: 20026-tbk.makhartov@365.pgasa.dp.ua

Анотація. Постановка проблеми. Під час будівництва житлових масивів на території м. Дніпро, влада виконала основне на той час завдання – забезпечити родини власним окремим житлом (квартирою). Такі питання як екологічна та радіаційна безпека тоді не стояли на часі, бо виконувався масштабний план поліпшення якості життя населення. Після виходу, введення і апробації міжнародних та державних нормативів з радіаційної безпеки постало питання відповідності існуючої забудови із прийнятими вимогами в галузі радіаційної безпеки будівель та споруд. **Мета статті** – встановлення фактичних значень радіаційно-гігієнічних параметрів житлового фонду масиву Перемога-5 у м. Дніпро експериментальним шляхом і порівняння їх із результатами попередніх вимірів. **Висновок.** У результаті аналізу досліджень радіаційних параметрів різних конструкційних матеріалів встановлено, що найменший рівень радіаційного фону – в будинках із силікатної цегли та газобетону, а найбільший – у панельних будівлях із використанням залізобетонних огорожувальних конструкцій. В результаті досліджень встановлено, що величини регламентованих радіаційних параметрів іонізуючих випромінювань та радіаційний фон, який вони створюють у приміщеннях будинків, у деяких будівлях перевищує нормативні показники, що потребує їх зменшення, на основі реалізації комплексу протирадіаційних захисних заходів. У результаті досліджень радіаційних параметрів встановлено вплив конструктивних матеріалів на основну складову радіаційного фону в житлових будинках масиву Перемога-5.

Ключові слова: радіаційна безпека; радіоактивність; будівельні матеріали; радіаційні параметри; житлові будівлі

MEASUREMENT OF RADIATION PARAMETERS IN RESIDENTIAL AND COMMERCIAL PREMISES OF THE DNIPRO HOUSING ESTATE PEREMOHA-5

PYLYPENKO O.V.¹, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,

SHALOMOV V.A.^{2*}, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,

PALAMARCHUK V.M.³, Stud.,

MAKHARTOV A.S.⁴, Stud.

¹ Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: alex.pilip@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-9644-3118

^{2*} Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov1709@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

³ Faculty of Civil Engineering and Ecology, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho St., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (068) 444-83-07, e-mail: pknd29.75@gmail.com

⁴ Faculty of Civil Engineering and Ecology, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho St., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (063) 202-10-58, e-mail: 20026-tbk.makhartov@365.pgasa.dp.ua

Abstract. Problem statement. During the construction of housing estates on the territory of Dnipro, the authorities solved the major, at that time, challenge of providing families with their own separate housing (flats). Those days issues such as environmental and radiation safety were out of date, as a large-scale plan to improve of the life population quality was being decided. After international and national radiation safety standards were published, implemented and tested, the problem of solving for existing buildings compliance issue with the accepted requirements in the radiation safety field for buildings and structures arises. **The purpose of the article** – determination of the radiation and hygienic parameters actual values for housing estate residential buildings Peremoha-5 in Dnipro experimentally and comparing with the results of previous measurements. **Conclusions.** As a result of radiation parameters analysis for various constructional materials it is determined that in houses made of silicate bricks and aerated concrete the lowest level of radiation background was observed. The highest level of radiation background was in the panel buildings using reinforced concrete envelopes. The regulated radiation parameters values of ionizing radiation and the radiation background they create in the premises of buildings, in some buildings exceed the normative indicators. It is necessary to reduce the values of these parameters by implementing a set of anti-radiation protective measures. As a result of radiation parameters investigations the influence of construction materials on the background radiation main component in the residential buildings premises of housing estate Peremoha-5 was determined.

Keywords: radiation safety; radioactivity; building materials; radiation parameters; residential buildings

Постановка проблеми. Під час будівництва житлових масивів на території м. Дніпро, влада виконала основне на той час завдання – забезпечити родини власним окремим житлом (квартирою). Такі питання як екологічна та радіаційна безпека тоді не стояли на часі, бо вирішувався масштабний план поліпшення якості життя населення. Після виходу, введення і апробації міжнародних [1; 2] та державних [3; 4] нормативів із радіаційної безпеки, постала проблема відповідності існуючої забудови із прийнятими вимогами в галузі радіаційної безпеки будівель та споруд.

Аналіз публікацій. Житловий масив Перемога-5 розташований на правому березі м. Дніпро в акваторії р. Дніпро, на території місцевості Лоцманська Кам'янка, яка увійшла до складу міста у 1969 році, а після проведення намівних та земляних робіт з 1971 року почалася інтенсивна забудова мікрорайону. Житловий масив Перемога-5 проєктувався за усіма канонами радянської забудови. У проєкті було заплановано широкі проспекти, вихід до річки, бульвари, житлова спальна забудова з 9–16-поверховими панельними будинками, садочки і школи (2–4-поверхові панельні та блочні споруди), магазини, кінотеатр тощо.

Але масова забудова вимагала й великої кількості будівельної сировини, виробів та матеріалів. Саме через це були розроблені типові серії панельних та блочних будівель, з використанням відходів промисловості (шлаків хімічної, металургійної

промисловості і золи ТЕС), що значно скоротило використання дрібного і крупного заповнювачів у залізобетонних конструкціях.

Мета статті – установлення фактичних значень радіаційно-гігієнічних параметрів житлового фонду масиву Перемога-5 експериментальним шляхом і порівняння їх із результатами попередніх вимірів.

Результати досліджень. Робота виконувалася відповідно до Законів України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» та «Про захист людини від іонізуючих випромінювань» [5; 6], НРБУ-97 та ОСПУ-2005 [3; 4].

Розроблена Міжнародною комісією з радіологічного захисту людини Концепція служить базою [3] для забезпечення радіаційної безпеки на території України від кожного різновиду антропогенних джерел іонізуючого випромінювання.

Правобережна частина м. Дніпро розташована у межах Придніпровського Українського кристалічного щита, складеного метаморфічними й інтрузивними породами докембрійського фундаменту (бурі, сірі, червоні граніти, лабрадарити, базальти, порфіри, гнейси, кварцити, амфіболіти тощо). Саме тому було обрано житлові масиви Перемога, що зумовлено підвищеним рівнем природного γ -фону.

Згідно з планом проведення вимірів у 2017–2019 роках були виконані дослідження регламентованих радіаційних параметрів на

ж/м Перемога-5, у приміщеннях громадського користування та приватних квартирах мешканців масиву. Виміри проводили на перших поверхах магазинів та у квартирах на 2–9 поверхах разом із представниками Держпродспоживслужби м. Дніпро та студентами.

За час виконання експериментальних досліджень проведено та заактовано приблизно 400 вимірів на двадцяти одному об'єкті дослідження. Для оприлюднення обрано п'ять об'єктів інфраструктури ж/м Перемога-5:

– двоповерхове приміщення громадського користування з силікатної цегли (рис. 1);

– двоповерхове приміщення громадського користування із силікатної цегли



Рис. 1. Двоповерхове приміщення громадського користування із силікатної цегли (пр. Героїв, 1 с)

Об'єкт № 2. У двоповерховому приміщенні громадського користування, за адресою проспект Героїв 3 д, розташований магазин АТБ, побудований із силікатної та лицювальної цегли. Виміри проведені на першому поверсі.

(рис. 2);

– триповерхове приміщення громадського користування із силікатної цегли (рис. 3);

– дев'ятиповерховий житловий будинок із силікатної цегли з приміщеннями громадського користування (рис. 4);

– дев'ятиповерховий панельний житловий будинок із приміщеннями громадського користування (рис. 5).

Об'єкт № 1. У двоповерховому приміщенні громадського користування, за адресою проспект Героїв, 1 с, розташований магазин електротехніки COMFY, який побудований із силікатної та лицювальної цегли. Виміри були виконані на першому поверсі торговельної зали.



Рис. 2. Двоповерхове приміщення громадського користування із силікатної цегли (пр. Героїв, 3 д)

Об'єкт № 3. У триповерховому приміщенні громадського користування, за адресою проспект Героїв, 1 м, розташований торговельний комплекс, побудований із силікатної та лицювальної цегли, виміри були виконані на першому поверсі торговельної зали.

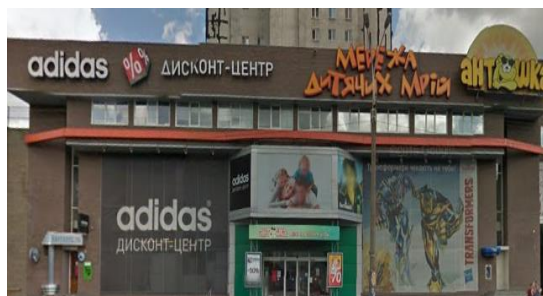


Рис. 3. Триповерхове приміщення громадського користування із силікатної цегли (пр. Героїв, 1 м)

Об'єкт № 4. У дев'ятиповерховому житловому будинку із силікатної цегли за адресою бульвар Слави, 8 виміри виконано на першому поверсі в магазині

непродовольчих товарів та на сьомому і восьмому поверхах у квартирах мешканців мікрорайону Перемога-5.



Рис. 4. Дев'ятиповерховий житловий будинок із силікатної цегли з приміщеннями громадського користування на бульварі Слави, 8



Рис. 5. Дев'ятиповерховий панельний житловий будинок з приміщеннями громадського користування на проспекті Героїв, 19

Об'єкт № 5. У дев'ятиповерховому панельному житловому будинку за адресою проспект Героїв, 19 виміри виконано на першому поверсі в громадському приміщенні та на четвертому і дев'ятому поверхах у житлових приміщеннях.

Дослідження проводили відповідно до стандартних методик у кожному окремому

приміщенні квартири або магазину. Для прикладу (рис. 6) наведено точки і місця вимірювання регламентованих радіаційних параметрів (РПП) для однокімнатної квартири на дев'ятому поверсі дев'ятиповерхового панельного будинку по проспекту Героїв, 19.

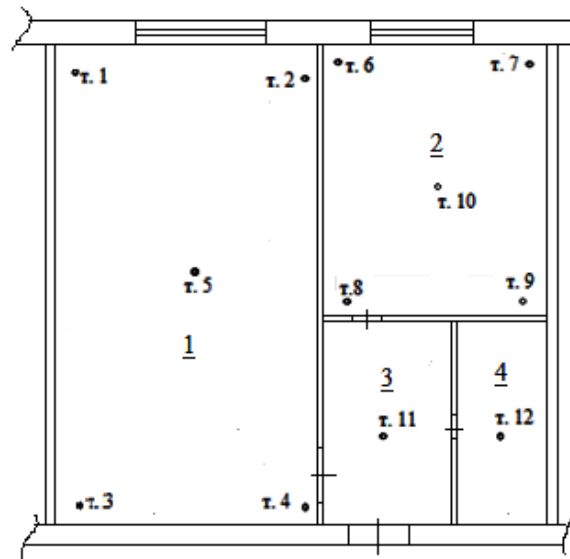


Рис. 6. План однокімнатної квартири на дев'ятому поверсі

У статті наведено результати вимірювань РПП (табл. 1), проведених на п'яти будівельних об'єктах у будинках із різних конструктивних матеріалів на ж/м Перемога-5.

У ході досліджень радіаційних параметрів огорожувальних конструкцій житлових та нежитлових об'єктів на цьому

масиві встановлено широкий діапазон варіації середніх значень, а саме:

$$\text{ППДприм} = 0,07 \div 0,32 \text{ мкГр/год,}$$

$$\text{Щільність потоку } \beta\text{-частинок} = 0,014 \div 0,044 \text{ част/хв} \cdot \text{см}^2,$$

$$\text{ЕРОАприм} = 29,3 \div 44,3 \text{ Бк /м}^3.$$

Значення радіаційних параметрів огорожувальних конструкцій житлових будівель наведені в таблиці 2.

Таблиця 1

Результати вимірювань на ж/м Перемога-5

№ п/п	Найменування об'єкта	Матеріал конструкцій	Поверх, на якому виконані виміри	Результати вимірювань				ЕРОА, Бк/м ³
				ППД, мкГр/год		ЩП β-частинок, част/хв·см ²		
				min	max	min	max	
1	Магазин електротехніки COMFY	силікатна цегла	1/2	0,10	0,14	0,017	0,021	44,3
2	Магазин продуктів АТБ	силікатна цегла	1/2	0,13	0,17	0,016	0,022	42,0
3	Магазин спортивних товарів Adidas	силікатна цегла	1/3	0,12	0,17	0,20	0,21	33,6
4	Магазин непродовольчих товарів	силікатна цегла	1/9	0,08	0,16	0,019	0,023	33,1
5	Квартира	силікатна цегла	7/9	0,07	0,15	0,014	0,022	29,3
6	Квартира	силікатна цегла	8/9	0,07	0,13	0,016	0,021	30,9
7	Громадське приміщення	залізобетонні панелі	1/9	0,07	0,29	0,028	0,040	42,9
8	Квартира	залізобетонні панелі	4/9	0,08	0,26	0,021	0,034	40,4
9	Квартира	залізобетонні панелі	9/9	0,11	0,28	0,023	0,038	41,7

Примітка: ППД – Потужність поглиненої дози; ЩП – Щільність потоку; ЕРОА – Еквівалентна рівноважна об'ємна активність.

Таблиця 2

Величини радіаційних параметрів огорожувальних конструкцій та річної дози у-опромінення населення

Будівельний матеріал огорожувальних конструкцій	Величина параметрів					
	ППД, мкГр/год.		ЩП β-частинок, част/хв·см ²		Д рік, мЗв/рік	
	min	max	min	max	min	max
Багатоповерхові будинки						
Стіни газобетону ³	0,10	0,11	0,011	0,017	0,876	0,964
Силікатна цегла	0,08	0,13	0,021	0,024	0,7	1,14
Залізобетонні конструкції	0,13	0,32	0,021	0,044	1,14	2,45
Індивідуальні житлові будинки						
Стіни шлаколіт	0,06	0,13	0,019	0,024	0,526	1,14
Плити OSB	0,05	0,12	0,008	0,011	0,438	1,05

У результаті аналізу досліджень радіаційних параметрів різних конструкційних матеріалів установлено, що найменший рівень радіаційного фону – в будинках із силікатної цегли та газобетону, а найбільший – у панельних будівлях із

використанням залізобетонних огорожувальних конструкцій. Дослідженнями встановлено, що величини регламентованих радіаційних параметрів іонізуючих випромінювань та радіаційний фон [7; 8], який вони створюють у приміщеннях будинків, у деяких будівлях перевищує нормативні показники, що потребує їх зменшення на основі реалізації комплексу протирадіаційних захисних заходів.

Висновки

У результаті досліджень радіаційних параметрів установлено вплив конструктивних матеріалів на основну складову радіаційного фону в приміщеннях житлових будинків ж/м Перемога-5. Необхідно проводити в майбутньому аналогічні системні радіаційні дослідження для поповнення бази даних регламентованих радіаційних параметрів та визначити стан зносу будівельних конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP. Oxford, UK : Pergamon, Elsevier Science Ltd, 1991. 208 p.
2. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP. Oxford, UK : Pergamon, Elsevier Science Ltd, 2007. 344 p.
3. Норми радіаційної безпеки України (доповнення) : Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000). № v0116488-00, у редакції від 12.07.2000. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0116488-00#Text>
4. ДСП 6.177-2005-09-02. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ-2005). Київ : Офіційний Вісник України, 2005. № 23. 105 с.
5. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 № 4004-ХІІ; у редакції від 14.01.2021. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/4004-12>

6. Закон України «Про захист людини від іонізуючих випромінювань» від 14.01.1998 № 15/98-ВР; у редакції від 24.02.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98-%D0%B2%D1%80#Text>

7. Беликов А. С., Калда Г. С., Пилипенко А. В. и др. Радиационная безопасность зданий и сооружений с учетом инновационных направлений в строительстве : учеб. под общ. ред. А. С. Беликова. Днепропетровск : «Середняк Т. К.», 2013. 367 с.

8. Беликов А. С., Андреева А. В., Пилипенко А. В., Шаломов В. А. Исследование ионизирующего излучения на дамбе хвостохранилища «Сухачевское». *Новини інженерної науки Придніпров'я*. 2017. № 1. С. 10–17.

REFERENCES

1. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP. Oxford, UK : Pergamon, Elsevier Science Ltd, 1991, 208 p.

2. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP. Oxford, UK : Pergamon, Elsevier Science Ltd, 2007, 344 p.

3. *NRBU-97/D-2000. Normy radiatsiinoi bezpeky Ukrainy; dopovnennia : Radiatsiinyi zakhyst vid dzherel potentsiinoho oprominennia* [Radiation safety standards of Ukraine; addition : Radiation protection from sources of potential radiation]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0116488-00#Text> (in Ukrainian).

4. *DSP 6.177-2005-09-02. Osnovni sanitarni pravyla zabezpechennia radiatsiinoi bezpeky Ukrainy (OSPU-2005)* [Basic sanitary rules for ensuring radiation safety of Ukraine]. No. 23, Kyiv : Ofitsiinyi Visnyk Ukrainy, 2005, 105 p. (in Ukrainian).

5. *Zakon Ukrainy "Pro zabezpechennia sanitarnoho ta epidemichnoho blahopoluchchia naseleння"* [Law of Ukraine "On Ensuring Sanitary and Epidemic Welfare of the Population"]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/4004-12>. (in Ukrainian).

6. *Zakon Ukrainy "Pro zakhyst liudyny vid ionizuiuchykh vyprominiuvan"* [Law of Ukraine "On protection of man from ionizing radiation"]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98-%D0%B2%D1%80#Text> (in Ukrainian).

7. Belikov A.S., Kalda H.S., Pilipenko A.V., Sokolov I.A. and Rahimov S.Ju. *Radiatsyonnaya bezopasnost zdanij i sooruzhenij s uchetom innovatsionnykh napravlenij v stroitelstve* [Radiation safety of buildings and structures, taking into account innovative trends in construction]. Dnipropetrovsk : Serednjak T. K., 2013, 367 p. (in Russian).

8. Belikov A.S., Andreeva A.V., Pilipenko A.V. and Shalomov V.A. *Issledovanie ionizirujushcheho izluchenija na dambe khvostokhranilishcha "Sukhachevskoe"* [Study of ionizing radiation at the dam of the "Sukhachevskoye tailings"]. *Novyny inzhenernoi nauky Prydniprovia* [Prydniprovye Engineering Science News]. 2017, no. 1, pp. 10–17. (in Russian).

Надійшла до редакції: 15.03.2022 р.