

**Сохаїл Ахмад<sup>1</sup>, Мухаммад Аджаз<sup>1,\*</sup>, Ясір Алі<sup>2</sup>, Ханнан Юніс<sup>2</sup>,  
Камаль Хусейн Хан<sup>3</sup>, Узма Табассум<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Фізичний факультет, Університет Абдул Валі Хана, Мардан, Пакистан*

<sup>2</sup> *Фізичний факультет, Інститут інформаційних технологій COMSATS, Ісламабад, Пакистан*

<sup>3</sup> *Фізичний факультет, Жіночий університет Азад Джамму і Кашмір, Баг, Пакистан*

\*Відповідальний автор: ajaz@awkum.edu.pk

## **ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РАДОНУ У ВНУТРІШНІХ ПРИМІЩЕННЯХ У М. МАРДАН ПРОВІНЦІЇ ХАЙБЕР-ПАХТУНХВА, ПАКИСТАН**

Представлено дослідження концентрації радону у внутрішніх приміщеннях у м. Мардан провінції Хайбер-Пахтунхва, Пакистан. У різних будинках терміном на три місяці було встановлено 40 детекторів CR-39. Концентрація радону для цієї пори року (початок літа) становить від  $18,45 \pm 0,53$  до  $41,51 \pm 3,4$  Бк/м<sup>3</sup>. Найвища концентрація радону спостерігається в підвалах, тобто  $41,51 \pm 3,4$  Бк/м<sup>3</sup>, яка відповідає допустимій межі (148 Бк/м<sup>3</sup>), рекомендованій Агентством з охорони навколишнього середовища. Річна ефективна доза, розрахована відповідно до цього дослідження, дорівнює  $E_{Rn} = 0,704$  мЗв. Було зроблено висновок про те, що концентрація радону у приміщенні не може представляти серйозної загрози здоров'ю населення.

*Ключові слова:* вимірювання радіації, радон у приміщеннях, твердотільні трекові детектори.

## **ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДОНА ВО ВНУТРЕННИХ ПОМЕЩЕНИЯХ В Г. МАРДАН ПРОВИНЦИИ ХАЙБЕР-ПАХТУНХВА, ПАКИСТАН**

**Сохаил Ахмад<sup>1</sup>, Мухаммад Аджаз<sup>1,\*</sup>, Ясир Али<sup>2</sup>, Ханнан Юнис<sup>2</sup>,  
Камаль Хусейн Хан<sup>3</sup>, Узма Табассум<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Физический факультет, Университет Абдул Вали Хана, Мардан, Пакистан*

<sup>2</sup> *Физический факультет, Институт информационных технологий COMSATS, Исламабад, Пакистан*

<sup>3</sup> *Физический факультет, Женский университет Азад Джамму и Кашмир, Баг, Пакистан*

\*Ответственный автор: ajaz@awkum.edu.pk

Представлено исследование концентрации радона во внутренних помещениях в г. Мардан провинции Хайбер-Пахтунхва, Пакистан. В различных домах сроком на три месяца были установлены 40 детекторов CR-39. Концентрация радона для этого времени года (начало лета) составляет от  $18,45 \pm 0,53$  до  $41,51 \pm 3,4$  Бк/м<sup>3</sup>. Самая высокая концентрация радона наблюдается в подвалах, т.е.  $41,51 \pm 3,4$  Бк/м<sup>3</sup>, которая соответствует допустимому пределу (148 Бк/м<sup>3</sup>), рекомендованному Агентством по охране окружающей среды. Годовая эффективная доза, рассчитанная согласно этому исследованию, равна  $E_{Rn} = 0,704$  мЗв. Был сделан вывод о том, что концентрация радона в помещении не может представлять серьезной угрозы здоровью населения.

*Ключевые слова:* измерение радиации, радон в помещениях, твердотельные трековые детекторы.

**Sohail Ahmad<sup>1</sup>, Muhammad Ajaz<sup>1,\*</sup>, Yasir Ali<sup>2</sup>, Hannan Younis<sup>2</sup>,  
Kamal Hussain Khan<sup>3</sup>, Uzma Tabassum<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Department of Physics, Abdul Wali Khan University, Mardan, Pakistan*

<sup>2</sup> *Department of Physics, COMSATS Institute of Information Technology, Islamabad, Pakistan*

<sup>3</sup> *Department of Physics, Women University of Azad Jammu and Kashmir, Bagh, Pakistan*

\*Corresponding author: ajaz@awkum.edu.pk

## **MEASUREMENT OF INDOOR RADON CONCENTRATION IN DISTRICT MARDAN, KHYBER PAKHTUNKHWA, PAKISTAN**

The study of the indoor radon concentration in district Mardan Khyber Pakhtunkhwa (KPK), Pakistan is presented. To know the impact of the dose for Mardan city, 40 CR-39 detectors were installed in different houses for a period of three months. The radon concentration for this phase of the year (early summer) is from  $18.45 \pm 0.53$  to  $41.51 \pm 3.4$  Bq/m<sup>3</sup>. The level of indoor radon concentration is the highest in the basements i.e.  $41.51 \pm 3.4$  Bq/m<sup>3</sup> which is within acceptable limit (148 Bq/m<sup>3</sup>), recommended by the Environmental Protection Agency. The annual effective dose calculated from this study is  $E_{Rn} = 0.704$  mSv. It was concluded that indoor radon concentration may not suppose any severe threat to the health of residents.

*Keywords:* radiation measurements, indoor radon, SSNTD's.

## REFERENCES

1. [Health Risks due to Exposure to Radon in Homes in Ireland. The Implications of Recently Published Data. Joint Statement by the Radiological Protection Institute of Ireland and National Cancer Registry of Ireland, 2005. 10 p.](#)
2. Y. Chen, Z. Tong, A. Malkawi. Investigating natural ventilation potentials across the globe: Regional and climatic variations. [Build. Environ. 122 \(2017\) 386.](#)
3. District Wise Census Results. Pakistan Bureau of Statistics, 2017. [www.pbscensus.gov.pk](http://www.pbscensus.gov.pk).
4. Y.S. Mayya, K.S.V. Nambi, K.P. Eappen. Methodology for mixed field inhalation dosimetry in monazite areas using a twin-cup dosimeter with three track detectors. [Radiation Protection Dosimetry 77\(3\) \(1998\) 177.](#)
5. [Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly. Vol II. New York: United Nations, 2000.](#)
6. [Protection against Radon-222 at Home at Work. ICRP Publication 65 \(Oxford: Pergamon Press, 1993\).](#)
7. S. Rahman et al. Studying  $^{222}\text{Rn}$  exhalation rate from soil and sand samples using CR-39 detector. [Radiat. Meas. 41\(6\) \(2006\) 708.](#)
8. F. Khan. Study of indoor radon concentrations and associated health risks in the five districts of Hazara division, Pakistan. [Journal of Environmental Monitoring 14 \(2012\) 3015.](#)
9. T.M.A. Al-Mosa. Indoor radon concentration in kindergartens, play-and elementary schools in Zulfy city (Saudi Arabia). Doctoral dissertation. King Saud University Riyadh, 2007.
10. H. Sogukpinar et al. Seasonal indoor radon concentration in Eskisehir, Turkey. [Radiation Protection Dosimetry 162 \(2013\) 410.](#)
11. D. Verma, M.S. Khan. Assessment of indoor radon, thoron and their progeny in dwellings of Bareilly city of Northern India using track etched detectors. [Rom. Journ. Phys. 59\(1-2\) \(2014\) 172.](#)
12. O. Castren. Radon reduction potential of Finnish dwellings. [Radiation Protection Dosimetry. 56\(1-4\) \(1994\) 375.](#)
13. F. Bochicchio et al. Results of the representative Italian National survey on radon indoors. [Health Physics 71\(5\) \(1996\) 743.](#)
14. K. Szacsvai, A.L. Dinu, C. Cosma. Indoor radon exposure in Cluj-Napoca City Romania. [Rom. Journ. Phys. 58 \(2013\) s273.](#)
15. L.M. Hubbard, G.A. Swedjemark. Challenges in comparing radon data sets from the same Swedish houses: 1955 - 1990. Proc. of the 6th Intern. Conf. on Indoor Air Quality and Climate, Helsinki, Finland, July 4 - 8, 1993. [Indoor Air 3\(4\) \(1993\) 361.](#)
16. N. Celik. Determination of indoor radon and soil radioactivity levels in Giresun, Turkey. [Journal of Environmental Radioactivity 99\(8\) \(2008\) 1349.](#)
17. R.M. Lucas, R.B. Grillo, S.S. Kemp. National Residential Radon Survey. Vol. 1: National and regional estimates. Report (U.S. EPA, Office of Radiation Programs, 1992).
18. F. Marcinowski, R.M. Lucas, W.M. Yeager. National and regional distribution of airborne radon concentrations in U.S. homes. [Health Physics 66\(6\) \(1994\) 699.](#)

Надійшла 26.02.2018

Received 26.02.2018