

MONITORINGUL  
CONCENTRAȚIILOR DE RADON PE  
TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

L. COREȚCHI, S. VÂRLAN, A. COJOCARI,  
D. FURTUNĂ, I. BAHNAREL  
Centrul Național de Sănătate Publică

### Summary

#### **The monitoring of the concentrations of radon in the Republic of Moldova**

*This paper presents the results of radioactivity monitoring of radon during 2011 year in different types of the soil in the main regions of Republic of Moldova. It was shown that the radon concentrations variation is depending on the soil type. Thus, in the sandy soil the index was about 530 Bq/m<sup>3</sup>, in the clay soil – 332...438 Bq/m<sup>3</sup>, but in the calcareous soil the index was diminished and consisted of 1...122 Bq/m<sup>3</sup>. So, the results show that the higher values of the radon radioactivity are characteristic for the sandy soils. Also, here are presented the comparable results of radon concentrations in air, water, soil in different regions of Europe, including Romania, as well as major impact of abiotic factors on its concentration.*

**Key words:** monitoring, concentrations of radon, soil type, abiotic factors.

### Резюме

#### **Мониторинг концентрации радона в Республике Молдова**

*В данной статье представлены результаты мониторинга радиоактивного радона в течение 2011 года, в различных типах почв в основных регионах Республики Молдова. Продемонстрированы изменения концентрации радона в зависимости от типа почвы. Таким образом, в песчаной почве средняя концентрация радона составила около 530 Бк/м<sup>3</sup>, в глине – 332...438 Бк/м<sup>3</sup>, а индекс известковых почв уменьшился и составил 1...22 Бк/м<sup>3</sup>. Таким образом, более высокие значения радиоактивности радона характерны для песчаных почв. Также представлены сравнительные результаты концентрации радона воздуха, воды, почвы в различных регионах Европы, включая Румынию, а также основные абиотические факторы, влияющие на его концентрацию.*

**Ключевые слова:** мониторинг, концентрация радона, тип почвы, абиотические факторы.

### Introducere

Estimarea riscului expunerii populației la radiații ionizante întâmpină probleme mari de interpretare, generate de existența multiplelor surse de radiații de diversă natură, diferitelor căi de expunere și numărului limitat de date disponibile. Rezultate veridice pot fi obținute doar în cazul în care monitorizarea este realizată în mod sistematic, timp de câțiva ani, cu utilizarea echipamentelor de ultimă oră. O gamă largă de valori ale radiațiilor mediului pot fi identificate pentru câteva tipuri, cum ar fi radonul sau concentrațiile radionuclizilor în sol, în apa potabilă, în aerul ambiental etc. Estimările de doză depind în mare măsură și de factorii de corelație utilizați în calcule [3].

Conform *Normelor Fundamentale de Radioprotecție. Cerințe și Reguli Igienice* (NFRP-2000, nr. 06.5.3.34 din 27.02.2001) din Republica Moldova, în edificiile exploatate activitatea echivalentă medie anuală de echilibru pe unitatea de volum a descendenților radonului și toronului în aerul edificiilor locative nu trebuie să depășească 200 Bq/m<sup>3</sup> [9].

Sursele principale de acumulare a radonului din locuințe sunt: exhalarea radonului din sol, emanarea din materialele de construcție ale locuinței, apa potabilă menajeră, precum și gazul din bucătării sau sobe de încălzit. Există astăzi în multe țări dezvoltate valori recomandate, unele chiar de intervenție, peste care trebuie de acționat prin măsuri suplimentare pentru reducerea nivelului de radon din locuințe [12].

Emanația concentrației de radon depinde, în primul rând, de conținutul și dimensiunea rocilor minerale, de migrația în sol reglementată de parametrii geofizici și geochimici ai solului, în timp ce exalația este controlată de condițiile hidrometeorologice [7].

Un studiu important de determinare a concentrațiilor de radon în apă s-a efectuat în județul Bihor, România de Nord-Vest, în perioada 2008-2009, în 50 de regiuni. Studiul a inclus cei mai importanți radionuclizi naturali: radium (<sup>226</sup>Ra) și radon (<sup>222</sup>Rn). Au fost analizate probele de apă din straturile acvifere de adâncime mică, medie, geotermală și profundă. Analiza rezultatelor a demonstrat că valorile concentrațiilor de radon au fost cuprinse între 4,5 și 110,8 Bq/l<sup>-1</sup> pentru acviferele de adâncime mică; 9,3-106,0 Bq/l<sup>-1</sup> pentru profunzime medie a straturilor acvifere și 10,1-34,8 Bq/l<sup>-1</sup> pentru acvifere profunde geotermale. Acviferele superficiale prezentau concentrații mai mici de radium – 0,06-0,48 Bq/l<sup>-1</sup>, în comparație cu straturile acvifere de adâncime medie – 0,1-0,52 Bq/l<sup>-1</sup>) și cele geotermale – 0,27–1,8 Bq/l<sup>-1</sup>. S-a stabilit corelația posibilă între concentrațiile de radon/radium pentru diferite acvifere și caracteristicile hidrogeologice, hidrogeochimice și geotermale ale zonei [11].

Monitorizarea concentrațiilor de radon din sol în regiunile din Slovenia, cu ajutorul radonometrului *Alpha Guard PQ 2000 Pro* cu monitor, a stabilit influența factorilor hidrometeorologici și seismici asupra modificării concentrațiilor de radon. [13].

Cercetările autorilor Vaupotic și Gregoric au demonstrat că concentrațiile de radon în sol au constituit următoarele valori: 0,9-22,9 kBq/m<sup>3</sup> și valori mai mici de 40,1 kBq/m<sup>3</sup>. Exalarea radonului a variat substanțial de la un punct la altul: 1-42 mBq/m<sup>2</sup>s<sup>-1</sup>. Permeabilitatea solului a constituit 0,5-7,4 x 10<sup>-13</sup>m<sup>2</sup> și rata dozei gamma – 86-138 nSv h<sup>-1</sup> [14].

În ultimii ani, spațiile subterane, cum ar fi peșterile și minele de adâncime, au fost incluse în studiul de monitorizare a activității geodinamice în Carpații Occidentali și Masivul Boemiei. O perioadă îndelungată au fost efectuate măsurări ale concentrațiilor de radon în trei peșteri. Concentrațiile depistate au constituit variații diurne, sezoniere și anuale.

A fost stabilită o corelație semnificativă între concentrațiile de radon și temperatura aerului. Acest fenomen este considerat rezultatul mișcării aerului, cauzat de contrastul dintre temperaturile generale constante interne și cele externe fluctuante. Este, de asemenea, remarcat faptul că concentrațiile de radon cresc în adâncimea solului [2].

În cercetările noastre anterioare, monitorizarea în anii 1991–2006 a concentrațiilor de radon în probele de aer prelevate din diverse încăperi de pe teritoriul **Republicii Moldova** a demonstrat că în majoritatea cazurilor concentrațiile de <sup>222</sup>Rn nu au depășit nivelul maxim admisibil și au constituit 92,0...179,1 Bq/m<sup>3</sup>.

Totodată, cuantificarea concentrațiilor de <sup>222</sup>Rn în probele de aer prelevate din galeriile subterane de păstrare a vinului de la Cricova, din galeriile subterane din mun. Chișinău și s. Mileștii Mici, unele mine din or. Orhei a înregistrat valori ale concentrațiilor de radon de 200...1800 Bq/m<sup>3</sup>, care depășesc nivelul maxim admisibil, ceea ce impune necesitatea unei monitorizări în dinamică, cu elaborarea hărților concentrațiilor de <sup>222</sup>Rn.

Trebuie de remarcat faptul că minele neuranifere trebuie să formeze obiectul unei preocupări permanente de protecție a muncii. Este necesar a elabora urgent unele norme specifice de radioprotecție pentru aceste spații și a organiza supravegherea expunerii personalului la radon [1, 5].

În mediul ambiental există surse de radioactivitate atât naturale, cât și artificiale. Datorită condițiilor meteorologice din mediu, radioactivitatea poate varia. Sursele de radiație naturală reprezintă 85% din doza medie de radiații încasată de populație și se datorează, în principal, radiației cosmice, radiației terestre și radonului [6].

Comisia Europeană recomandă monitorizarea radonului în toate locuințele, în vederea identificării zonelor cu risc major.

Cercetările efectuate recent în **România** au demonstrat că valorile concentrațiilor de radon din interior variaua de la zeci la câteva mii de Bq/m<sup>3</sup>. Astfel de studii de măsurare a concentrațiilor de radon au constituit preocuparea Institutelor de Sănătate Publică din mai multe localități: București, Iași, Timișoara, Cluj [12].

În contextul programelor internaționale de monitorizare a concentrațiilor de radon desfășurate în țările lumii sub egida Organizației Mondiale a Sănătății, problema radonului a constituit o preocupare constantă a Laboratorului de radon al Facultății de Științe ale Mediului, Universitatea Babeș-Bolyai. Cercetări ample s-au efectuat în Transilvania (Cluj, Bihor, Alba, Bistrița, Sibiu) în vederea măsurării radonului din interior, efectuându-se măsurări în peste 2000 de case. În baza rezultatelor obținute, s-a demonstrat că concentrația medie a radonului în interior a constituit circa 82,5 Bq/m<sup>3</sup> în localitățile cercetate [6].

Zona cu cele mai ridicate concentrații de radon din Transilvania este Ștei-Băița (Bihor), unde s-au înregistrat valori de până la 4000 Bq/m<sup>3</sup> [12].

În **Finlanda**, de asemenea, au fost efectuate măsurări ale concentrațiilor de radon cu ajutorul alfa-detectorilor. Studiul a cuprins o perioadă de la începutul lui aprilie 2006 până în aprilie 2007. Rezultatele cercetărilor au fost obținute și prin intermediul chestionarelor speciale completate de către locuitorii caselor. Media anuală a concentrației de radon pentru fiecare locuință a fost calculată ca medie aritmetică ponderată, în funcție de durata perioadei de măsurare.

Prelucrările statistice naționale au fost efectuate conform numărului de locuitori ai caselor și apartamentelor din fiecare regiune. Ca urmare, au fost obținute: valorile medii anuale ale concentrațiilor de radon de 96 Bq/m<sup>3</sup>. Pentru locuințele pe pământ aceste valori au constituit 121 Bq/m<sup>3</sup>, iar în blocurile de locuit – 49 Bq/m<sup>3</sup>. Concentrațiile de radon la nivel regional au variat semnificativ. În urma acestui studiu a fost elaborată cartarea teritoriilor în încăperile cărora s-au depistat concentrații majorate de radon [8].

Cercetările ratei de exalare a radonului din sol prin metoda de absorbție cu cărbune activat pe o scară mică, din aproximativ 144 probe din zonele sedimentare și cu granit, în zonele urbane de la Beijing, Zhuhai, Qinhuangdao, Shijiazhuang și în China, au demonstrat că valorile medii ale exalației de radon au constituit 20,71±3,45 Bq/m<sup>3</sup> în zonele sedimentare și 72,51±62,16 Bq/m<sup>3</sup> în zonele cu granit. Valoarea maximă de exalare – 620,76 Bq/m<sup>3</sup> – s-a

înregistrat în zona Zhuhai. Rata de exalare a radonului în zonele sedimentare era mai mică, iar în cele cu granit valorile erau majorate. S-a demonstrat că rata de exalare de radon era influențată de umiditatea și de porozitatea solului. S-a constatat că valorile calculate ale exalării de radon nu sunt în concordanță cu valorile măsurate. Valorile calculate sunt mai mici decât cele măsurate în zonele sedimentare, dar o corelație certă între ele s-a depistat pentru zonele de granit. S-a constatat o corelare dintre rata de exalare a radonului și situația geologică a regiunilor incluse în studiu [10].

Radonul și descendenții lui sunt prezenți în interiorul caselor și în alte edificii, reprezentând cea mai importantă contribuție la doza din surse naturale de radiații. Cele mai multe studii au demonstrat un risc crescut de cancer pulmonar la o concentrație mare de radon, atât pentru fumători, cât și pentru nefumători.

Studii comparative asupra concentrațiilor de radon în încăperi s-au efectuat concomitent în România (Steii, Transilvania, în apropierea minelor de uraniu) și Spania (în zona de granit de Torrelodones, în apropierea orașului Sierra de Guadarrama) prin utilizarea detectoarelor CR 39. Măsurările concentrațiilor de radon s-au efectuat în 280 de locuințe din România și 91 de locuințe din Spania. Cea mai mare valoare măsurată în zona Steii a fost de  $2650 \text{ Bq/m}^3$ , iar în regiunea spaniolă –  $366 \text{ Bq/m}^3$  [12].

**Scopul** cercetărilor noastre a constat în cuantificarea concentrațiilor de radon.

### Material și metode

Măsurările au fost efectuate la suprafața solului cu radonometrul de tip *RTM 1688-2*, cu mecanismul de pompare a aerului continuu prin pompa aparatului și la regimul de activitate de 30 minute, cu un interval de măsurare de 5-9 ore pentru un tip de sol (figura 1).

Determinarea concentrației radonului ( $^{222}\text{Rn}$ ) prin acest aparat s-a efectuat prin analiza cantitativă

a produselor sale de dezintegrare de viață scurtă în camera de ionizare.

Imediat după dezintegrare, nucleul rezultat, poloniul  $^{218}\text{Po}$ , pentru o perioadă scurtă de timp capătă o sarcină pozitivă, deoarece unii dintre electroni sunt eliberați în timpul de emisie a particulelor *alfa*. Acești ioni încărcăți pozitiv, sub influența câmpului electric, se acumulează pe suprafața unui senzor semiconductor. Numărul de ioni de  $^{218}\text{Po}$  colectați este proporțional cu concentrația de radon în aerul din interiorul camerei de măsurare. Cu toate acestea,  $^{218}\text{Po}$  este, de asemenea, un izotop instabil, cu un timp de înjumătățire de 3,5 minute, iar senzorul poate înregistra doar aproximativ jumătate din particulele emise în urma dezintegrării, ce sunt îndreptate spre suprafața senzorului. Relația dintre dezintegrările înregistrate de radon și  $^{218}\text{Po}$  poate fi determinată după aproximativ 5 cicluri de semi-înjumătățire, adică după aproximativ 15 minute, care este un interval minim de măsurare a concentrației de  $^{222}\text{Rn}$ .

Dar lanțul dezintegrării îl continuă plumbul  $^{214}\text{Pb}$ , bismutul  $^{214}\text{Bi}$  (particule *beta*) și poloniul  $^{214}\text{Po}$  (particule *alfa*). Aceasta înseamnă că fiecare dezintegrare a poloniului  $^{218}\text{Po}$  provoacă în continuare încă o dezintegrare detectabilă de poloniu  $^{214}\text{Po}$ , care apare cu o întârziere de aproximativ 3 ore, determinată de perioada de semiînjumătățire a acestor radionuclizi. Energia eliberată în rezultatul dezintegrării  $^{218}\text{Po}$  și  $^{214}\text{Po}$  este diferită, ceea ce permite să se analizeze acești nuclizi prin intermediul alfa-spectroscopiei.

Radonometrul *RTM 1688-2* are două regimuri de măsurare a concentrației de radon – încet (Slow), ce ia în calcul nu doar dezintegrarea  $^{218}\text{Po}$ , ci și a  $^{214}\text{Po}$ , și rapid (Fast), care ia în calcul doar dezintegrarea  $^{218}\text{Po}$ . Avantajul modului rapid de înregistrare este o reflectare rapidă a fluctuațiilor concentrației, în timp ce modul lent are o sensibilitate de 2 ori mai mare, care, la rândul său, reduce eroarea statistică de măsurare, în funcție de numărul de dezintegrări detectate.

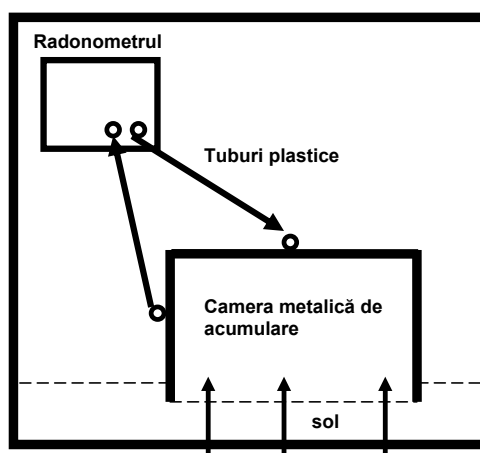
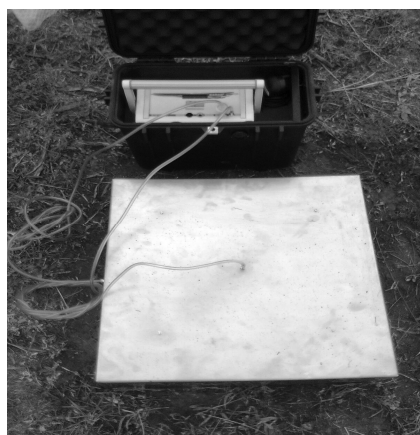


Figura 1. Schema sistemului de măsurare a concentrației de radon în sol

Pentru măsurarea concentrației de radon în diferite tipuri de rocă a fost aplicat același regim de activitate a aparatului, 30 de minute cu modul de pompare a aerului de către pompa aparatului continuu. Modul de efectuare a măsurărilor concentrației de radon constă din înlăturarea vegetațiilor, precum și a diferitelor bariere posibile, ce ar putea influența exalarea radonului din sol și acumularea lui în camera metalică. Camera metalică este proiectată ermetic, conexiunea cu aparatul făcându-se prin intermediul a două tuburi, unul de ieșire și altul de intrare, pentru a crea un circuit închis. Astfel, aparatul pompează aerul cu conținut de radon exalat din sol, care se acumulează în camera metalică. Pentru o asigurare mai bună a etanșeității camerei metalice pe suprafața tipului de rocă cercetat, pe perimetrul acestei camere s-a săpat un șanț, astfel ca marginea camerei să fie în sol (figura 2).

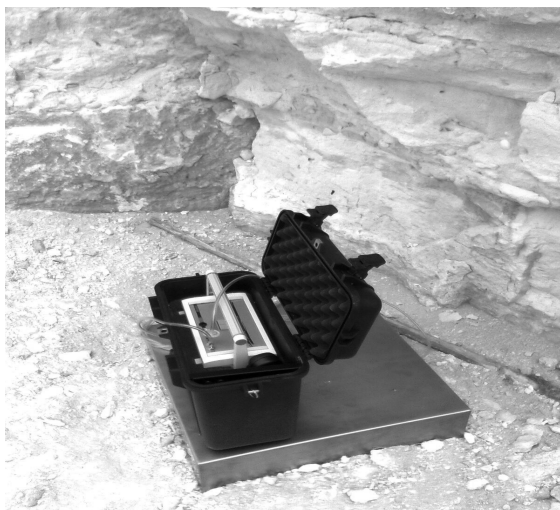


Figura 2. Efectuarea măsurărilor.

În perioada 2010-2011, au fost efectuate 510 măsurări ale concentrațiilor de radon în aerul din încăperi (166 probe), apă (13 probe) și sol (331 probe).

## Rezultate și discuții

În perioada studiului s-au efectuat 331 de măsurări ale concentrațiilor de radon din solul adiacent diferitelor tipuri de roci, la diferite adâncimi – de la 0,5 la 0,8 m. S-a demonstrat variația concentrațiilor radonului în funcție de tipul solului. Astfel, în solul nisipos indicele a constituit circa  $530 \text{ Bq/m}^3$ , în cel argilos –  $332 \dots 438 \text{ Bq/m}^3$ , pe când în solul calcaros indicele era mai scăzut –  $1 \dots 122 \text{ Bq/m}^3$ .

Studierea indicelui în materialele de construcție a demonstrat valori înalte pentru argila pentru producerea betonului ușor (cheramzitei) –  $2276 \dots 2705 \text{ Bq/m}^3$  în raionul Cantemir și  $813 \dots 980 \text{ Bq/m}^3$  în raionul Comrat. În probele de gresii pentru piatra brută și piatra de fățuire, indicele, de asemenea, avea valori înalte, constituind  $1723 \dots 1790 \text{ Bq/m}^3$ . În calcarele pentru piatra brută și producerea varului indicele a constituit  $39 \dots 48 \text{ Bq/m}^3$ , iar în nisipul pentru construcție –  $94 \dots 110 \text{ Bq/m}^3$  (figura 3).

Deci, se poate spune că rezultatele denotă valori înalte ale concentrațiilor de radon care depășesc CMA, conform normativului național –  $200 \text{ Bq/m}^3$ , pentru solurile nisipoase și argiloase; argila pentru producerea betonului ușor (cheramzitei); gresii pentru piatra brută și piatra de fățuire.

Cuantificarea concentrațiilor de  $^{222}\text{Rn}$  în probele de aer prelevate din galeriile subterane de păstrare a vinului de la Cricova, galeriile subterane din mun. Chișinău și s. Mileștii Mici, unele mine din or. Orhei a demonstrat valori ce depășesc nivelul maxim admisibil ( $200 \dots 1800 \text{ Bq/m}^3$ ), ceea ce impune necesitatea unei monitorizări în dinamică, cu elaborarea hărților geografice ale concentrațiilor de  $^{222}\text{Rn}$ .

De asemenea, specialiștii CNSP au inițiat determinarea concentrațiilor de radon în apa potabilă. Investigațiile efectuate au determinat în apa minerală *AQUA Carpatica* valori ale concentrației de radon la nivelul  $0,013 \text{ Bq/l}$ ; în apele de tratament (băi curative) din Sanatoriul *Nufărul Alb* –  $0,264 \text{ Bq/l}$ , iar în apa potabilă din sanatoriul în cauză –  $0,719 \text{ Bq/l}$ . Deci, valorile înregistrate se încadrează în normele naționale ale concentrației radonului în apele potabile.

## Concluzii

Studierea radiactivității radonului în 331 de probe de sol adiacent diferitelor tipuri de roci, la diferite adâncimi (0,5-0,8) a demonstrat variația concentrațiile radonului în funcție de tipul solului. Rezultatele denotă valori înalte ale concentrațiilor de radon, care depășesc CMA, conform normativului național ( $200 \text{ Bq/m}^3$ ), pentru solurile nisipoase și argiloase, argila pentru producerea betonului ușor (cheramzitei), gresii pentru piatra brută și piatra de

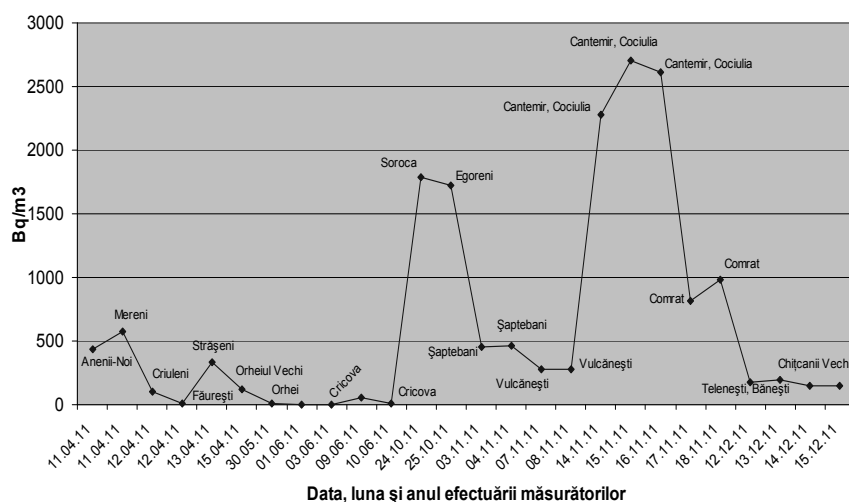


Figura 3. Concentrațiile de radon la exalarea din sol.

fățuire. Concentrații majorate au fost depistate în localitățile Cantemir (2276...2705 Bq/m<sup>3</sup>) și Comrat (813...980 Bq/m<sup>3</sup>).

Pentru elaborarea măsurilor de protecție și efectuarea unui studiu profund privind evaluarea riscului de acțiune a radonului asupra sănătății populației, este necesar de realizat un program de monitorizare a concentrațiilor de radon, inclusiv a teritoriilor destinate pentru construcții. Rezultatele monitorizării concentrațiilor de radon vor fi utile în cartarea concentrațiilor de radon care, conform recomandărilor normative naționale și internaționale pentru protecția populației și a expușilor profesional, reprezintă o necesitate și o prioritate.

## Bibliografie

1. Bahnarel I., Corețchi L., Chiruța Iu., Ursulean I., Mursa E., Huștuc A., Balan I., Coban E., Thomas Streil. *Evaluarea riscului expunerii la radon în condițiile Republicii Moldova*, în: Buletinul AȘM. Științe Medicale, 2007, nr. 4 (13), p. 317-325.
2. Briestensky M., Thinova L., Stemberk, J., Rowberry M. D. *The use of caves as observatories for recent geodynamic activity and radon gas concentrations in the Western Carpathians and Bohemian Massif*. Oxford University Press. Praha, Czech Republic, 2011.
3. Corețchi L., Furtună D., Corețchi Lilia, Vârlan S., Cornescu A., Bahnarel I. *Efectele medico-biologice ale expunerii la radon*, în: Sănătate publică. Chișinău, 2011, nr. 2, p. 24-27.
4. Corețchi L., Cucoreanu A., Bahnarel I., Cernat V. *Riscul pentru sănătate asociat radiațiilor ionizante*, în: Probleme actuale în Igiena radiațiilor, Radioprotecție și Radiobiologie. Materialele Conf. Naționale (Jubiliare) cu Participare Internațională, Chișinău, 17 octombrie, 2009, p. 51-60.
5. Corețchi L., Bahnarel I., Chiruța Iu., Streil T., Bălănel V., Șargu V., Ursulean I. *Cartarea națională a radonului (în interior și în diferiți factori de mediu) pentru protecția populației în conformitate cu cerințele normelor internaționale și ale UE*, în: Probleme actuale în Igiena radiațiilor, Radioprotecție și Radiobiologie. Materialele Conf. Naționale (Jubiliare) cu Participare Internațională, Chișinău, 17 octombrie, 2009, p. 44-51.
6. Cosma C., Sainz C., Cucos A., Dicu T., Begy R., Moldovan M., Papp B., Niță D. *Implementarea tehnicilor de remediere a radonului în locuințe din zona minei uranifere Baita/Irart*, în: Conferința Națională Conceptul "Cultura de radioprotecție" și rolul său în protecția populației și a mediului. Societatea Română de radioprotecție, București, 18 octombrie, 2011, p. 6-11.
7. Etiope G., Martinelli G. *Migration of carrier and trace gases in the geosphere: an overview*, Phys, in: Earth Planet, 2002, nr. 129, p. 185-204.

8. Makelainen I., Valmari T., Reisbacka H., Kinnunen T., Arvela H. *Indoor Radon and construction practices of Finnish homes from 20th to 21st Century*, in: Third European IRPA Congress, 14-18 June 2010, Helsinki, Finland, p. 561-569.
9. *Norme Fundamentale de Radioprotecție. Cerințe și Reguli Igienice (NFRP-2000)*, în: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 40-41, 2000.
10. Nanping Want, Lei Xiao, Oinping, Wenke M.H. Ying Hang, Dongliang Liu. *Level of radon exhalation from soil in some sedimentary and granite areas in China*, in: Journal of Nuclear Science and Technology, 2009, vol. 46, nr. 3, p. 303-309.
11. Roba C. A., Codrea V., Moldovan M., Baciuc, C., Cosma C. *Radon and radium content of some cold and the thermal aquifers from Bihor Country (northwestern Romania)*, in: Geofluids, nr. 10 (4), 2010, p. 571-585.
12. Sainz C., Dinu T., Szacsvai K., Cosma C., Quindos I.S. *Comparative risk assessment of residential radon exposures in the radon-prone areas, Ștei (Romania) and Torrelodones (Spain)*, in: Science of the Total Environment, 2009, nr. 407(15), p. 4452-4460.
13. Sebel S., Vaupotic J., Kos tak B., Stemberk J. *Microdisplacements and radon air concentrations in Postojna Cave, Slovenia*, in: J. Cave Karst Stud., Oxford Journals Mathematics & Physical Sciences & Medicine Radiation Protection Dosimetry, 2010, vol. 145, Issue 2-3, p. 166-172.
14. Vaupotic J., Gregoric A., Kobal I., Yvab P., Kozak K., Mazur J., Kochowska E., Gryadziel D. *Radon concentration in soil gas and radon exhalation rate at the Ravne Fault in NW Slovenia*, in: Natural Hazards and Earth System Sciences, nr. 10, 2010, p. 895-899.

Prezentat la 28.05.2012

**Liubov Corețchi**, șef Laborator Științific Igiena Radiațiilor, Centrul Național de Sănătate Publică  
Tel. 574706;  
e-mail: igiena\_rad@cnspl.md