

SURSELE NATURALE  
DE RADIAȚII IONIZANTE  
ȘI EXPUNEREA POPULAȚIEI REPUBLICII  
MOLDOVA RISCULUI ASOCIAT IRADIERII

Serghei VÎRLAN,  
Centrul Național de Sănătate Publică

### Summary

#### **Natural sources of ionizing radiation and public exposure in the Republic of Moldova from associated irradiation risk**

*This article describes the importance of the public health issue regarding the exposure of the population of the republic of Moldova to natural sources of ionizing radiation. The possible effects of exposure to natural sources of ionizing radiation, especially radon, which is omnipresent and which is responsible for ~ 48,3% of all irradiation from natural sources. The permanent growth of pulmonary cancer cases among the population is an alarming sign for our society. This is why the main purpose of this article is to raise the awareness of the importance to know the concentration of radon in diverse environmental factors, such as: drinking water, soil and in-door air. For this it is necessary to continuously monitor the concentration of radon, elaborate normative acts and adopt national and international standards regarding the protection of the population and the professionally exposed, which is a priority of imperative importance for the republic of Moldova.*

**Keywords:** exposure, irradiation, radon, ionizing radiation, descendants, desintegration.

### Резюме

#### **Природные источники ионизирующего излучения и риски для населения Р. Молдова, связанные с облучением**

*Эта статья описывает важность проблемы защиты здоровья населения Р. Молдова от природных источников ионизирующего излучения. Возможные последствия от воздействия природных источников ионизирующего излучения, особенно радона, составляет ~ 48,3% от общего естественного облучения от других источников. В связи с этим постоянно растет число случаев рака легких среди населения. Таким образом, основной целью данной статьи является показать, насколько важным является знание концентрации радона в различных экологических системах, таких как питьевая вода, почва и воздух в помещениях. Для этого необходимо проводить постоянный мониторинг концентрации радона, разработку законов и их адаптацию к национальным и международным стандартам по защите здоровья населения и лиц, подверженных профессиональному риску.*

**Ключевые слова:** воздействие, облучение, радон, ионизирующее излучение, потомки, дезинтеграция.

### Introducere

Expunerea populației Republicii Moldova la sursele naturale de radiații ionizante, inclusiv la radon ( $^{222}\text{Rn}$ ), explică existența problemei de sănătate publică, și anume persistența stărilor maligne radioinduse. Radioactivitatea naturală este constituită din radionuclizii prezenți în mediul înconjurător (aer, sol, apă, vegetație, organisme animale, inclusiv cel uman) din cele mai vechi timpuri, încă de la formarea planetei Pământ. Însă doza radiației pe care o primește omul din surse naturale se datorează atât radionuclizilor din organism, cât și celor aflați în mediu. Astfel, suntem cu toții zilnic expuși radiațiilor ionizante naturale și tehnogene. Totodată, radiațiile ionizante naturale (radiația cosmică – 14,5; radiația gama – 17,1; radiația internă (din produse alimentare) – 8,6; radon – 48,3; medicală – 11,2; producție – <0,1; descărcări – <0,1; profesionale – <0,1; altele – 0,3%) au cea mai mare pondere. Radioactivitatea mediului este reprezentată de radiația cosmică, componența unor gaze radioactive, cum ar fi radonul, thoronul ș. a., exalate din scoarța terestră, și radiația provenită de la radionuclizii artificiali (tehnogeni)  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  ș.a., ca urmare a testărilor armamentelor nucleare și a accidentelor nucleare de la centralele atomoelectrice, preponderent de la CAE Cernobil [1].

### Rezultate și discuții

Rolul Serviciului de supraveghere de stat a sănătății publice (SSSSP) din Republica Moldova, ca și al altor structuri de sănătate publică din întreaga lume, este orientat spre reducerea și/sau eliminarea riscurilor ce ar putea afecta starea de sănătate a populației. La moment, strategia de combatere și profilaxie a riscurilor, inclusiv expunerea la sursele naturale de radiații ionizante, este o direcție prioritară și de perspectivă a sistemului de sănătate, fiind reflectată atât în Politica Națională de Sănătate, cât și în actele normative în vigoare ale Republicii Moldova [18].

Studii de valoare privind expunerea populației la sursele naturale, îndeosebi la radon, au fost efectuate în întreaga lume: în India, Egipt, Brazilia, Argentina, Canada, SUA, Japonia, Iran, Pakistan, Serbia, Norvegia, Polonia, Franța, Germania, Spania, Italia, Cehia, Turcia, Grecia, Ungaria, România.

Studiul realizat în Complexul Fen (Norvegia), o bogată zonă în radionuclizi naturali, în special în toriu ( $^{232}\text{Th}$ ), a

demonstrat că în locurile miniere (TENORM), precum și în locurile neperturbate împădurite (NORM), toate cu acces public, concentrațiile de activitate în sol ale  $^{232}\text{Th}$  (3,280–8,395 Bq/kg) au fost semnificativ mai mari decât valorile internaționale și cele medii norvegiane, depășind nivelul de screening norvegian (1000 Bq/kg) al deșeurilor radioactive, în timp ce radiul ( $^{226}\text{Ra}$ ) a fost prezent la niveluri ușor crescute – 89–171 Bq/kg. Debitul dozei gama terestre a fost, de asemenea, ridicat, variind între 2,6 și 4,4  $\mu\text{Gy/h}$ . Bazate pe termen lung, anchetele concentrațiilor de thoron ( $^{220}\text{Rn}$ ) și de radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) în aer au ajuns la 1786 și 82 Bq/m<sup>3</sup>, respectiv. În urma investigațiilor, a fost confirmată variația sezonieră în aerul din exterior a fondului gama și a concentrațiilor de  $^{222}\text{Rn}$ ; prin analize corelaționale, s-a depistat o relație liniară între nivelurile de radiații din aer și abundența  $^{232}\text{Th}$  în sol. În baza tuturor rezultatelor obținute în urma măsurărilor efectuate, această zonă norvegiană a fost considerată zonă cu concentrații sporite a radiațiilor ionizante naturale (ENRA) [11].

Conform unui studiu efectuat în Brazilia, pericolul radioactivității naturale pentru sănătate, parvenit de la granitul care căptușește pereții și podeaua într-o odaie de locuit tipică, a fost evaluat prin metode indirecte, pentru a prezice expunerea externă la razele gama și concentrațiile de radon. Expunerea la radiațiile de tip gama a fost estimată prin metoda de simulare Monte Carlo și validată de măsurări *in situ* cu un spectrometru de NaI. Activitatea concentrațiilor de  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  și  $^{40}\text{K}$  într-o serie largă de mostre comerciale de granit din Brazilia, măsurate prin utilizarea spectrometriei gama, a constituit: 4,5–450, 4,9–160 și 190–2029 Bq/kg, respectiv. Maxima debitului extern de doză gama de la pardoseală și pereții acoperiți cu granit, într-o încăpere tipică locativă (cu suprafața de 5,0 m × 4,0 m și înălțimea de 2,8 m), s-a dovedit a fi de 120 nGy/h, ceea ce este comparabil cu expunerea medie la nivel mondial la radiații ionizante terestre externe de 80 nGy/h, datorate surselor naturale, care au fost propuse de Comitetul științific al Națiunilor Unite. Concentrațiile de radon din cameră au fost, de asemenea, estimate printr-o ecuație simplă de echilibru de expirație și ratele calculate pentru valorile măsurate ale concentrațiilor de  $^{226}\text{Ra}$  și proprietățile materialelor. Rezultatele au arătat că concentrațiile de radon în camera ventilată în mod corespunzător (0,5 h) va fi mai mică de 100 Bq/m<sup>3</sup>, valoare recomandată ca nivel de referință de Organizația Mondială a Sănătății [2].

Populația generală primește circa 50% din doza de expunere a sa la radiații naturale prin intermediul particulelor *alfa* ( $\alpha$ ) ale  $^{222}\text{Rn}$  și descendenților

săi de dezintegrare. Studiile epidemiologice au arătat o corelație pozitivă între expunerea la  $^{222}\text{Rn}$  și cancerogeneza pulmonară. Totuși, o înțelegere a răspunsurilor de transcripție, implicate în aceste efecte, rămâne limitată. Cu toate acestea, în cadrul unor cercetări a fost utilizată tehnologia genomică pentru determinarea modificărilor subtile în expresia genelor care pot fi reprezentate prin modificarea stării fiziologice. În general, acest profil al expresiei genelor sugerează că particulele *alfa* inhibă sinteza ADN-ului și mitozei ulterioare, cauzând stoparea ciclului celular [16].

Radonul și produșii săi de dezintegrare în atmosferă contribuie cel mai mult la expunerea omului la sursele naturale de radiații ionizante. În Polonia, de exemplu, doza totală anuală efectivă internă de radon constituie 1,36 mSv. În ultimele două decenii, Institutul Nofer de Medicina Muncii din or. Łódź a reevaluat de trei ori concentrațiile de radon în aerul din interiorul clădirilor. Măsurările au fost efectuate la parterul fiecărei clădiri. Concentrația medie anuală de radon a constituit 89 Bq/m<sup>3</sup> în aa. 1998/1999; 75 Bq/m<sup>3</sup> în 2008/2009 și 52 Bq/m<sup>3</sup> în 2005. Presupunând că un om petrece acasă aproximativ 5000 de ore pe an și utilizând factorii de conversie corespunzători, s-a constatat că doza de radon/locuitor a variat între 0,9 și 1,1 mSv, ceea ce prezintă valori sub doza medie pentru populația poloneză [13].

Radonul a fost identificat ca fiind a doua cauză de dezvoltare a cancerului pulmonar, după consumul de tutun sau fumat. Informațiile privind concentrațiile de radon din interior sunt necesare pentru a evalua posibilitatea apariției și gravitatea cancerului pulmonar ca urmare a expunerii la radon. Dat fiind faptul că radonul din sol prin fisuri nimereste în locuințe, se poate presupune că măsurările concentrațiilor din sol pot fi folosite pentru a estima variațiile potențialului de radon din mediul interior, precum și pentru asocieri între interior și potențialul de radon din sol, în vederea elaborării unei hărți cu indicarea zonelor cu risc major de expunere la radon [4].

În una din zonele cu risc sporit de expunere la radiații naturale, orașul Ramsar (Iran), a cărei radioactivitate naturală se datorează seriei naturale a  $^{238}\text{U}$  și produselor sale de dezintegrare, în special  $^{226}\text{Ra}$  și  $^{220}\text{Rn}$ , care sunt aduse la suprafață cu apa izvoarelor termale, au fost măsurate concentrațiile de radon în 14 surse de apă potabilă. Rezultatele denotă că toate rezervele de apă prezentau o concentrație de radon cu 10 kBq/m<sup>3</sup> mai mare decât nivelul de referință. Rezultatele cercetărilor au confirmat cota-parte majorată a radonului la doza medie anuală de radiație a publicului, în baza consumului de apă (ingerare) [10].

Studiul epidemiologic privind leucemia timpurie în Danemarca (2400 cazuri; 6697 teste) a demonstrat o slabă asociere, dar statistic semnificativă, a expunerii la radonul din locuințe și dezvoltarea leucemiei acute limfoblastice timpurii la copii. Riscul relativ (RR) a constituit 1,56 (95% ÎI, 1,05-2,30) pentru o expunere cumulativă de 1000 Bq/m<sup>3</sup>/an. Pentru o durată de expunere de 10 ani a acestora, RR corespunde unei concentrații de radon de 100 Bq/m<sup>3</sup>. Există două căi de dozare care trezesc interesul în cazul în care particulele *alfa* ar putea potențial deteriora celulele stem pentru leucemia limfoblastică acută timpurie. Una dintre ele este dozarea *alfa* la nivelul măduvei osoase, iar a doua este dozarea la nivelul mucoasei bronșice, în cazul în care este depistată o abundență de limfocite circulante. Comparativ cu o expunere de aproximativ 1 mSv pe an din produsele naturale externe de fond, radonul și producția săi de dezintegrare contribuie cu încă 10-60% la doza echivalentă primită de măduva osoasă.

O altă cale pentru expunerea T-limfocitelor (sau B) este în epiteliul traheobronșic (EB). Producția de dezintegrare ai radonului inhalat se depozitează pe suprafața relativ mică a căilor respiratorii, livrând o doză semnificativă celulelor bazale adiacente sau mucoasei, generând cancerul pulmonar. Expunerea lor timp de 10 ani la o radioactivitate de 100 Bq/m<sup>3</sup>/an a constituit circa 1 Sv [8].

Este cunoscut faptul că populația este expusă continuu la niveluri joase de radiații ionizante, la surse cunoscute cum ar fi: radiațiile terestre, radiațiile cosmice, tratamentul medical, radonul, produsele alimentare, precum și materialele de construcție: plăcile de ghips, betonul etc. Actualmente sunt cunoscute puține informații cu privire la emisiile de radiații și dozele asociate acestora, provenite din materialele naturale de finisare a construcțiilor: piatra și blaturile din granit din locuințe. În vederea abordării acestui decalaj de cunoștințe, s-a determinat radioactivitatea brută, activitatea razelor gama și a debitului dozei plăcilor de granit comercializate în scopul utilizării ca materiale de finisare. Indicii analizați au variat semnificativ pentru măsurările efectuate la probele de granit. Concentrațiile maxime de activitate a <sup>40</sup>K, <sup>232</sup>Th și <sup>226</sup>Ra în serie au constituit respectiv: 2715, 231 și 450 Bq/kg. Doza de radiații anuală estimată la petrecerea a 4 ore/zi într-o bucătărie ipotetică a variat între 0,005 și 0,18 mSv/h, în funcție de tipul de granit. Astfel, rezultatele cercetărilor denotă că probele de granit conțineau niveluri diferite de izotopi radioactivi, în funcție de tipul acestuia, și că emisiile observate sunt în concordanță cu cele raportate anterior în literatura de specialitate [6].

Organismul uman este expus la radiații ionizante atât pe plan extern, cât și intern, în special la radiații cu particule de înaltă energie cosmică din atmosfera Pământului și la izotopii radioactivi din scoarța terestră.

Obiectivul principal al studiului realizat în Turcia, în orașul Adapazari (unul dintre cele mai importante orașe industriale ale țării), a constat în evaluarea riscurilor pentru sănătate, datorate surselor de radiații naturale. Au fost investigate sursele naturale de radiații, radiațiile externe terestre, cele cosmice și expunerile prin inhalare. Rezultatele au arătat că dozele anuale medii externe de radiații terestre au constituit respectiv 0,08 și 0,35 mSv în aerul exterior și cel interior. Dozele medii anuale de radiații cosmice erau de 0,08 și 0,05 mSv. Dozele medii anuale formate în rezultatul inhalării la expuneri datorate radonului și toronului au fost estimate la valorile de 1,42 și 0,19 mSv, respectiv. Doza efectivă medie anuală datorată unor surse naturale de radiații a constituit 2,35 mSv. Riscul de dezvoltare a cancerului în rezultatul expunerii la radiații ionizante de fond pentru locuitorii din regiunea studiată a constituit  $0,9 \times 10^{-2}$ , cu durata medie de viață de 70 de ani [9].

Expunerea la radon reprezintă mai mult de 50% din doza anuală efectivă de radioactivitate naturală. S-a stabilit că radonul este agentul cancerigen uman pentru plămâni, în baza datelor epidemiologice acceptate și a datelor studiilor experimentale de mutagenză în culturi celulare și pe animale de laborator. Majoritatea studiilor axate pe cercetarea relației dintre activitatea radonului și generarea altor tipuri de cancer denotă o neasociere sau o asociere slabă. Niveluri reduse de radon pot fi găsite în apa potabilă, totuși, radonul eliberat în timpul utilizării apei adaugă cantități mici la concentrația de interior. Studiile au arătat că riscul cancerului de stomac și alte malignități gastrointestinale, cauzate de radonul din apa potabilă, este mic. Numeroase cercetări citogenetice în vitro au demonstrat că radionuclizii de diferite tipuri provoacă deteriorări genetice și citogenetice care ar putea juca un rol în geneza cancerului pulmonar [12].

Analiza variației concentrației radonului de interior și activităților măsurărilor gamma în probele de sol din provincia Giresun (Estul Turciei) a demonstrat o relație între radon și conținutul de radium în sol ( $R^2 = 0,54$ ). S-a constatat că concentrația activității radonului de interior a variat de la 52 la 360 Bq/m<sup>3</sup>, cu o valoare medie de 130 Bq/m<sup>3</sup>. Conform unui model care s-a utilizat pentru a prognoza numărul de decese cauzate de cancerul pulmonar datorate expunerii la radon, prezența radonului este responsabilă pentru 8% din toate decesele cauzate

de cancerul pulmonar din această provincie. Activitatea concentrației  $^{137}\text{Cs}$  măsurată la 21 de ani după accidentul de la Cernobil a arătat că aceasta a variat în limitele 41...1304 Bq/kg, cu valoarea medie de 307 Bq/kg. Astfel, au fost estimate dozele efective anuale la ambii radionuclizi de origine naturală, precum și la  $^{137}\text{Cs}$  de origine tehnogenă [3].

În baza unui studiu al riscului de cancer pulmonar datorită expunerii la radonul rezidențial și la descendenții săi radioactivi de dezintegrare, au fost investigate la 200 cazuri (58% bărbați, 42% femei) și 397 de perechi de control de aceeași vârstă și sex, toate din aceeași organizație. Accentul a fost pus pe precizia și durata dozimetrii cu detectoare *track* (de urme) – inscripționale, cercetând cu grijă modelele locuințelor, tipul materialului de construcție. Regresiile logistice condiționate au fost utilizate pentru elaborarea unui model de analiză a dezvoltării cancerului cauzat de expunerea la radon, controlând pe termen lung fumatul, comportamentul, venitul și vechimea în muncă în condiții de expunere la agenți cancerigeni. Influența fumatului a fost reprezentată de nouă categorii: cei care nu au fumat niciodată, patru categorii de fumători curenți și patru categorii de foști fumători. Expunerea la radon a fost împărțită în șase categorii, cu limita punctelor la 25, 50, 75, 150 și 250 Bq/m<sup>3</sup>, cea mai mică fiind cea de referință [15].

La începutul anilor '90, în cadrul unui sondaj din Spania s-a studiat peste 1500 puncte de radon, măsurările au fost realizate în mai mult de 100 de locuințe situate în regiunea Galicia, în zona de nord-vest a Spaniei. Locuințele au fost selectate aleatoriu, s-a ținut cont doar de aspectele geologice ale regiunii. Ulterior, un mare proiect național, numit *Tratatul MARNA*, cu privire la măsurările radiațiilor gama externe, a fost conceput cu scopul de a elabora o hartă a radiațiilor naturale în Spania. Aceste comparații între estimările nivelurilor de radon din Galicia și a celor obținute anterior au arătat un bun acord.

Au fost efectuate 300 de măsurări ale radiației gama externe, precum și 300 de măsurări ale conținutului de  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  și  $^{40}\text{K}$  în sol. În ceea ce privește radonul, s-au efectuat 300 de măsurări la adâncimea de 1 m în sol și s-a determinat concentrația de radon în 600 locuințe. Rezultatele cercetărilor au constatat că conform conținutului de radon din sol se poate da o apreciere a radonului din interior, cu posibilitatea prevenirii impactului nociv asupra sănătății [14].

Evaluarea expunerii populației spaniole la sursele de radiații naturale a estimat doze anuale efective la nivel de 1,6 mSv, luând în considerație contribuțiile radiațiilor cosmice (18%), radiațiilor gama terestre (30%), inhalarea radonului și thoronului (34%) și ingerarea (18%). Dozele de radiație

cosmică s-au calculat conform altitudinii. Dozele de radon au fost estimate în studiile naționale efectuate în toată țara. Pentru a evalua dozele prin ingerare, datele unui studiu detaliat în baza obiceiurilor de consum au fost considerate și valorile medii de radioactivitate pentru UNSCEAR. Variabilitatea în expunerile printre indivizi în populație a fost luată în considerație la evaluare [7].

Investigațiile recente denotă că nivelele globale de expunere a populației la radiații ionizante continuă să crească, ceea ce motivează cunoașterea și reevaluarea periodică a acestor nivele. Astfel, din datele existente putem constata că în Republica Moldova expunerea naturală (în medie – 2,49 mSv/an sau 75,8% din totalul iradierii populației) este principala sursă de iradiere a populației. Printre sursele naturale ponderea principală o are radonul (1,46 mSv/an sau 42,6% din doza efectiv echivalentă medie anuală, asociată expunerii naturale). Conform datelor statistice oficiale, se estimează o mortalitate de peste 1,3 milioane pacienți anual, în întreaga lume, datorată cancerului pulmonar.

Apariția cancerului pulmonar depinde foarte mult de momentul în care individul începe a fuma, acesta fiind considerat principalul factor etiologic, sau de perioada în care este expus unor alți factori de risc, cum ar fi expunerea la radon. Este necesară cunoașterea acțiunii radonului asupra organismului uman și monitorizarea nivelului lui la exalarea din sol și adaptarea la normele naționale și internaționale, pentru protecția populației și a expușilor profesional, ceea ce reprezintă o necesitate și o prioritate pentru republică. În Moldova, conform Normelor Fundamentale de Radioprotecție, concentrațiile maximale admisibile de radon în interiorul locuințelor constituie 200 Bq/m<sup>3</sup> [1].

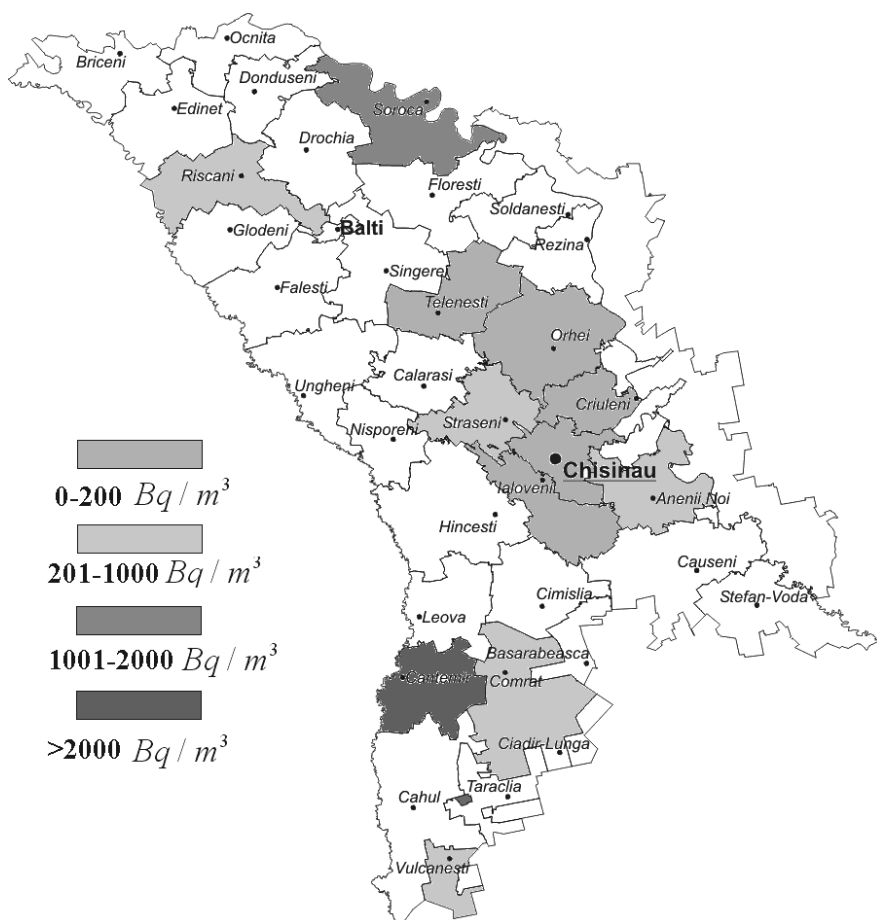
Efectele radiațiilor ionizante se manifestă asupra ADN-ului celular, ARN-ului, proteinelor celulare, celulelor, structurilor subcelulare, aparatului mitotic, nucleului celular, cromozomilor, diviziunii celulare, a metabolismului celular. Particulele *alfa* induc limfocitopenie, trombocitopenie, carcinogeneze și aberații cromozomiale, prin acumularea în țesuturile limfatice. Plutoniul, spre deosebire de radon, are cele mai studiate efecte carcinogenetice, inducând cancer pulmonar, cancer hepatic, osteosarcom, tumori la gonade, frecvent întâlnite la minerii din minele de uraniu [17].

Au fost obținute date preliminare în cadrul determinării concentrațiilor de  $^{222}\text{Rn}$  în zonele Nord, Centru și Sud ale Republicii Moldova la diferiți factori de mediu, cum ar fi: fluxul de radon din sol (la exalarea acestuia la suprafața solului), concentrația  $^{222}\text{Rn}$  în diverse surse de apă potabilă (fântână, sondă

arteziană, apeduct) și concentrația  $^{222}\text{Rn}$  în aerul de interior (locuințe și locuri de muncă cu risc sporit – mine, galerii subterane).

În urma deplasărilor în teritoriul țării în cadrul unui proiect pentru tinerii cercetători, s-au efectuat 389 măsurări ale concentrației de radon la exalarea din sol (vezi harta). Au fost studiate tipurile de rocă: nisip pentru construcție, calcare pentru piatră brută și producerea varului, argilă pentru producerea betonului ușor (cheramzitului), argilă pentru producerea cărămizii, țiglei și ceramicii ș.a. Concentrațiile de radon obținute în urma măsurărilor au variat în limita  $98\text{--}2705\text{ Bq/m}^3$  pentru diferite tipuri de rocă. Studiile teoretice și experimentale au stabilit că sursa principală a radonului din aer și apă este radonul generat în sol și roci, transportat prin difuzie și/sau convecție de la locul de formare. A doua sursă, în ordinea importanței pentru radonul din aer, o reprezintă materialele de construcție ale diverselor încăperi. Aceste surse au fost confirmate și de măsurările din prezentul studiu. Radonul, fiind un element de mare mobilitate, neputând fi fixat prin reacții chimice, pe de o parte, și fiind generat continuu de sursele de radionuclizi din sol degajat de materiale de construcție, pe de altă parte, este omniprezent. Astfel, este necesară monitorizarea permanentă a concentrațiilor de radon pentru protecția sănătății populației.

*Regiunile R. Moldova (Nord, Centru, Sud) unde s-au efectuat măsurări ale concentrațiilor de radon la exalarea din sol*



Cuantificarea concentrațiilor de radon în interiorul locuințelor de tip individual sau de tip bloc de pe teritoriul Republicii Moldova, în unele încăperi ale instituțiilor de stat (arhive, laboratoare, depo-

zite), precum și în unele mine de extragere a pietrei și galerii subterane din satele Cricova, Mileștii Mici și mun. Chișinău, constituie obiectivul principal în monitorizarea radonului. Nesupravegherea nivelului de radon în încăperile de risc: locuințele din zona de risc, adică la parter, traiul în locuințe fără fundament, activitatea muncitorilor din mine, unde sunt expuși la concentrații sporite de radon, care contribuie la înrăutățirea condițiilor de muncă, condiționează schimbarea pe viitor a indicilor generali și profesionali ai morbidității, precum și structura ei. De aceea, este necesar de a studia în continuare acțiunea radonului asupra organismului în diferite condiții, pentru a elabora măsuri de diminuare și/sau neutralizare a expunerii la radon și a lua decizii privind păstrarea și fortificarea sănătății [5].

## Concluzii

1. Efectuarea măsurărilor concentrației de radon în diferiți factori de mediu, cum sunt apa potabilă, aerul de interior, solul (la exalarea acestuia din sol), sunt esențiale pentru a putea studia riscul asociat expunerii la radiații ionizante asupra sănătății populației.

2. Cartarea regiunilor cu concentrații sporite ale activității radonului constituie o problemă prioritară în întreaga lume, radonul fiind un factor de risc ce generează declanșarea cancerului pulmonar.

3. Monitorizarea concentrației de radon pe teritoriul Republicii Moldova ne permite să conchidem că în unele localități cercetate nivelurile acestuia au înregistrat valori destul de înalte, îndeosebi în galeriile subterane, minele de extragere a pietrei de calcar și în unele blocuri de

locuit, unde au fost depistate activități ce depășesc valorile normale recomandate.

4. Analizând datele preliminare obținute în regiunile cercetate, putem spune că există riscul potențial de expunere la concentrații sporite de radon în unele localități față de altele, ceea ce motivează cunoașterea concentrației de radon pe întreg teritoriul țării, cu monitorizarea permanentă și evaluarea riscului asociat expunerii.

### Bibliografie

1. Al-Zoughool M., Krewski D. *Health effects of radon: a review of the literature*. In: International Journal of Radiation Biology, 2009, vol. 85(1), p. 57-69.
2. Anjos R.M. et. al. *External gamma-ray dose rate and radon concentration in indoor environments covered with Brazilian granites*. In: Journal of Environmental Radioactivity, 2011, vol. 102(11), p. 1055-1061.
3. Celik N. et. al. *Determination of indoor radon and soil radioactivity levels in Giresun, Turkey*. In: Journal of Environmental Radioactivity, 2008, vol. 99(8), p. 1349-1354.
4. Chen J. et. al. In: Radiation Protection Dosimetry, 2012, vol. 151(1), p. 172-174.
5. Corețchi L., Bahnarel I., Cornescu A., Streil Thomas. *Radon mapping strategy in the Republic of Moldova*. In: Third European Congress of the International Radiation Protection Association, 2010, p. 50.
6. Corețchi L., Furtuna D., Vîrlan S., Cornescu A., Bahnarel I. *Efectele medico-biologice ale expunerii la radon*. În: Sănătate Publică și Management, 2011, nr. 1(36), p. 24.
7. García-Talavera M. et. al. *Natural ionizing radiation exposure of the Spanish population*. In: Radiation Protection Dosimetry, 2007, vol. 124(4), p. 353-359.
8. Harley N.H., Robbins E.S. *Radon and leukemia in the Danish study: another source of dose*. In: Health Phys., 2009, vol. 97(4), p. 343-347.
9. Kapdan E. et. al. *Determination of the health hazards due to background radiation sources in the city of Adapazari, Northwestern Turkey*. In: Isotopes Environ Health Stud., 2011, vol. 47(1), p. 93-100.
10. Mowlavi A.A., Shahbahrami A., Binesh A. *Dose evaluation and measurement of radon concentration in some drinking water sources of the Ramsar region in Iran*. In: Isotopes in Environmental and Health Studies, 2009, vol. 45(3), p. 269-272.
11. Mrdakovic Popic J. et. al. *Outdoor  $^{220}\text{Rn}$ ,  $^{222}\text{Rn}$  and terrestrial gamma radiation levels: investigation study in the thorium rich Fen Complex, Norway*. In: Journal of Environmental Monitoring, 2012, vol. 14(1), p. 193-201.
12. Myatt TA. et. al. *Assessing exposure to granite countertops. Part 1: Radiation*. In: Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 2010, vol. 20(3), p. 273-280.
13. Olszewski J., Skubalski J. *Radon concentrations in selected residential buildings in the city of Łódź*. In: Med. Pr., 2011, vol. 62(1), p. 31-36.
14. Quindós LS. et. al. *Indoor radon in a Spanish region with different gamma exposure levels*. In: Journal of Environmental Radioactivity, 2008, vol. 99(10), p. 1544-1547.
15. Thompson R.E. et. al. *Case-control study of lung cancer risk from residential radon exposure in Worcester county, Massachusetts*. In: Health Physics, 2008, vol. 94(3), p. 228-241.
16. Todorovic N. et. al. *Effects of alpha particle radiation on gene expression in human pulmonary epithelial cells*. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2012, vol. 215(5), p. 522-535.
17. UNSCEAR Report 2000: Sources and Effects of Ionizing Radiation, Monty Charles. In: Journal of Radiological Protection, 2001, vol. 21, p. 83-85.
18. Ursulean I. ș.a. *Norme fundamentale de radioprotecție, cerințe și reguli igienice privind reglementarea expunerii la radiații a populației de la sursele naturale*, 2000, 19 p.

Studiul a fost efectuat în cadrul Proiectului instituțional de cercetare 11.817.09.28A

Prezentat la 21.11.2012

**Serghei VÎRLAN,**  
doctorand;  
e-mail: sergiuvirlan@mail.ru;  
tel. 574525