

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică,
Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală**

Admis la susținere

Șef departament:

**Lupan Oleg
profesor universitar, doctor habilitat**

„_____” _____ **2020**

Efectele asociate iradierii cu Radon

Teză de master

**Student: Ion Dimitriu
gr. IBM-191M**

**Conducător: Artur Buzdugan
Dr. habilitat, prof. univ.**

Chișinău, 2020

Adnotarea

tezei de master Efectele asociate iradierii cu Radon, autor Ion Dimitriu

Structura tezei: introducere, 3 capitole, concluzii, bibliografie din 12 titluri, 55 pag., 16 figuri și 6 tabele.

Cuvinte cheie: radionuclizi naturali, Radon, componente mediu ambiant, măsurători teren.

Problematika studiului constă în studierea expunerii populației la sursele naturale de radiații ionizante cu Radon, ca sursă principală și prioritară, și care necesită o monitorizare permanentă. Astfel, rămâne actuală atât cunoașterea surselor din mediul ambiant a concentrațiilor radionuclizilor de Radon, în componentele mediului ambiant, cât și cartografierea teritoriului Republicii Moldova cu identificarea zonelor cu concentrații sporite de Radon.

Obiectivele temei: Determinarea concentrației de Radon în componentele mediului ambiant (sol, aer, apă și materiale de construcție) și în aerul interior al diferitor tipuri de locuințe în arii rurale și urbane ale principalelor Zone ale Republicii Moldova. Estimarea riscului mediu anual, asociat iradierii populației Republicii Moldova de la sursele naturale cu Radon, calcularea dozelor și a nivelului de iradiere a populației.

Metodologia cercetării s-a axat pe elucidarea nivelului de expunere a populației Republicii Moldova la sursele de radiații ionizante naturale cu Radon în principalele componente ale mediului ambiant și a riscului (EDE) pentru sănătatea publică. Lucrarea a fost realizată cu utilizarea metodelor standard care constituie baza metodologică a radioprotecției și igienei radiațiilor. S-a utilizat metoda spectrometrică de determinare a concentrațiilor radionuclizilor naturali/tehnogeni; determinarea concentrației radionuclizilor naturali în materiale de construcție, utilizând aparatul Complex *beta-gama* spectrometric cu program computerizat, Progress – 2000; metoda radiometrică de cuantificare a activității radonului prin utilizarea radonometrului RTM 1692-2.

Rezultate obținute: Cuantificarea evoluției nivelului radiațiilor ionizante naturale cu Radon în principalele componente ale mediului ambiant. Au fost stabilite valorile de referință ale Radonului pe teritoriul Republicii Moldova pentru diverse componente ale mediului: apă, sol și aerul interior al locuințelor.

Annotation

of the master thesis of Ion Dimitriu "Effects associated with radon irradiation",

The structure of the thesis: Introduction, 3 chapters, conclusions, bibliography from 12 titles, 55 pages of basic text with 16 figures and 6 tables,

Key words: Natural radionuclides, Radon, main components of the environment, environment measurement.

The study's problem is to study the exposure of the general public to natural sources of radon ionizing radiation, as a main and priority source, and which require continuous monitoring. Thus, it remains up to date both the knowledge of the sources in the environment of radon radionuclides concentrations in the environmental components and the mapping of the territory of the Republic of Moldova with the identification of areas with high concentrations of Radon.

Objectives: Determination of radon concentration in the components of the environment (soil, air, water and building materials) and in the indoor air of different types of dwellings in rural and urban areas of the main areas of the Republic of Moldova. Estimation of the annual average risk associated with irradiation of the population of the Republic of Moldova from natural radon sources, dose calculation and population irradiation level.

The research methodology focused on the elucidation of the exposure level of the population of the Republic of Moldova to sources of natural radon ionizing radiation in the main components of the environment and the risk for public health. The work has been carried out using standard methods which form the methodological basis for radiation protection and hygiene. The spectrometric method for the determination of the concentrations of naturally occurring radionuclides/technogenes has been used; Determination of the concentration of naturally occurring radionuclides in building materials using computer program beta-gamma complex apparatus, Progress - 2000; The radiometric method of quantifying radon activity using RTM 1692-2 radonometer;

Results obtained: Quantification of the evolution of the level of natural ionizing radiation with radon in the main components of the environment. The radon reference values were established on the territory of the Republic of Moldova for various components of the environment: water, soil and indoor air of the dwellings.

CUPRINS

INTRODUCERE	2
1. CERCETĂRI CONTEMPORANE CU PRIVIRE LA EXPUNEREA POPULAȚIEI LA SURSELE NATURALE DE RADIAȚII IONIZANTE.....	4
1.1. Radioactivitate naturală. Radioizotopi naturali	4
1.2. Proprietățile fizico-chimice ale Radonului, mărimi și unități în dozimetrie și protecția radiologică	8
1.3. Caracteristica radionuclidică a Radonului (^{222}Rn) și răspândirea lui în natura	14
1.4. Determinarea concentrațiilor de Radon în ape	17
1.5. Riscul pentru sănătate, cauzat de expunerea la radiații ionizante, cu Radon	20
1.6. Concluzii	22
2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE.....	24
2.1. Materiale folosite pentru cercetare.....	24
2.2. Metode de cercetare și investigare	25
2.3. Metode instrumentale și de laborator. Metode de determinare a concentrației Radonului	27
2.4. Concluzii	31
3. ESTIMAREA NIVELULUI IRADIERII POPULAȚIEI REPUBLICII MOLDOVA DE LA SURSELE NATURALE DE RADIAȚII IONIZANTE CU RADON.....	32
3.1. Evaluarea concentrației radionuclizilor naturali de Radon în materialele de construcție	32
3.2. Evaluarea concentrației de Radon în principalele componente ale mediului ambiant. Evaluarea concentrației de Radon în sol	34
3.3. Determinarea concentrațiilor de Radon în apele Republicii Moldova	39
3.4. Evaluarea concentrației de Radon în aerul de încăperi	42
3.5. Concluzii	46
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	46
BIBLIOGRAFIE.....	48

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța temei abordate. Existența expunerii populației la sursele naturale de radiații ionizante, reprezintă problema cheie în sănătatea publică. Sursele naturale de radiații ionizante prezintă un risc major, manifestat prin stările maligne radioinduse. Investigațiile recente denotă faptul că nivelurile globale de expunere a populației la radiații ionizante continuă să crească, motiv care argumentează cunoașterea și reevaluarea periodică a dozelor [1].

Expunerea populației Republicii Moldova la sursele naturale de radiații ionizante, inclusiv la Radon, la fel ca în întreaga lume, rezumă din existența problemei de sănătate publică și anume creșterea în dinamică a incidenței maladiilor oncologice, inclusiv cancerul bronhopulmonar. Radioactivitatea naturală este constituită din radionuclizii prezenți în mediul ambiant: aer, sol, apă, vegetație, organisme animale, inclusiv cel uman, din cele mai vechi timpuri, încă de la formarea planetei Pământ. Doza primită de populația țării din surse naturale se datorează atât radionuclizilor din organism, cât și celor aflați în mediul ambiant. Astfel, suntem cu toții zilnic expuși radiațiilor ionizante naturale și tehnogene. Totodată, radiațiile ionizante naturale: radiația cosmică – 14,5%; radiația *gama* terestră – 17,1%; radiația internă (ingestia, din produsele alimentare) – 8,6%; Radon – 48,3%; medicală – 11,2%; producție – <0,1%; descărcări – <0,1; surse profesionale – <0,1; altele – 0,3%, au cea mai mare pondere [2, 3]. . Radioactivitatea mediului ca regulă este reprezentată de radiația cosmică, componența unor gaze radioactive, cum ar fi Radonul, exalate din scoarța terestră și radiația provenită de la radionuclizii artificiali (tehnogeni) ^{137}Cs , ^{90}Sr ș.a., ca urmare a testărilor armamentelor nucleare și a accidentelor nucleare de la centralele atomo-electrice, preponderent de la CAE Cernobîl [11].

Studii privind expunerea populației la sursele naturale, îndeosebi la Radon, se efectuează în întreaga lume. Astfel, s-au efectuat studii de valoare în India, Egipt, Brazilia, Argentina, Canada, SUA, Japonia, Iran, Pakistan, Serbia, Norvegia, Polonia, Franța, Germania, Spania, Italia, Cehia, Turcia, Grecia, Ungaria, România, etc.

Un studiu important, realizat în Complexul Fen (Norvegia), o bogată zonă în radionuclizi naturali, a demonstrat că în locurile miniere (TENORM), precum și în locurile neperturbate, împădurite (NORM), toate cu acces public datele în urma efectuării măsurătorilor concentrației de Radon în aer, atingeau valori, de 82 Bq/m^3 . Rezultatele investigațiilor au confirmat variația sezonieră în aerul din exterior a concentrațiilor de Radon. În baza tuturor rezultatelor obținute în urma măsurătorilor efectuate, această regiunea a fost considerată ca zonă cu concentrații sporite a radiațiilor ionizante naturale [12]

Rolul Serviciului de Supraveghere de Stat a Sănătății Publice (SSSSP) în 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, inclusiv cu Radon, 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 [9]

La noi în țară necesitatea cercetării acestei probleme pe larg este foarte actuală și de o importanță majoră pentru sănătatea publică *per ansamblu*. Problema expunerii populației la toate sursele naturale de radiații ionizante, inclusiv la Radon ca sursă principală, ca și la mulți alți factori de risc pentru sănătate, este prioritară și necesită monitorizare permanentă. Astfel, rămâne vitală atât cunoașterea surselor din mediul ambiant, concentrațiile radionuclizilor naturali ale Radonului în componentele mediului, cât și cartarea teritoriului Republicii Moldova cu indicarea zonelor cu concentrații sporite.

Scopul temei: Evaluarea nivelului de cercetare a iradierii populației Republicii Moldova de la sursele naturale de radiații ionizante cu Radon și a consecințelor asociate.

Obiectivele temei: Determinarea concentrației de Radon în componentele mediului ambiant (sol, aer, apă și materiale de construcție) și în aerul interior al diferitor tipuri de locuințe în arii rurale și urbane ale principalelor Zone ale Republicii Moldova. Estimarea riscului mediu anual, asociat iradierii populației Republicii Moldova de la sursele naturale cu Radon, calcularea dozelor colective și a nivelului de iradiere a populației.

Metodologia cercetării științifice s-a axat pe elucidarea nivelului de expunere a populației Republicii Moldova la sursele de radiații ionizante naturale cu Radon, în principalele componente ale mediului ambiant și a riscului eminent pentru sănătatea publică [4, 5].

Lucrarea a fost realizată cu utilizarea metodelor standard care constituie baza metodologică a radioprotecției și igienei radiațiilor. S-a utilizat metoda spectrometrică de determinare a concentrațiilor radionuclizilor naturali/tehnogeni; metoda radiometrică de cuantificare a activității radonului prin utilizarea radonometrului RTM 1692-2;

Rezultate obținute: Estimarea evoluției nivelului radiațiilor ionizante naturale cu Radon în principalele componente ale mediului ambiant. Au fost stabilite valorile de referință ale Radonului pe teritoriul Republicii Moldova pentru diverse componente ale mediului: apă, sol și aerul interior al locuințelor. Materialele tezei vor servi în calitate de suport pentru pregătirea materialelor didactice.

BIBLIOGRAFIA

1. Buzdugan A. Securitatea radiologică și nucleară. Universitatea Tehnică a Moldovei. Centrul Național de Suport al Securității Nucleare. Chișinău, Europres, 2019
2. Bahnarel I. Estimarea riscului asociat iradierii populației Republicii Moldova și posibilități de reducere a impactului pe sănătate. Autoreferatul tezei de doctor habilitat în medicină. – Igienă. Chișinău, 2010.
2. Bahnarel I. ș. a. Evaluarea riscului expunerii la radon în condițiile Republicii Moldova. În: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale. Chișinău, 2007,
4. Bahnarel I. ș.a. Monitoringul concentrațiilor de radon (^{222}Rn) pe teritoriul Republicii Moldova. În: Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină, 2012, .
5. Corețchi L. et. al. Efectele medico-biologice ale expunerii la radon. În: Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină, 2011,
6. Corețchi L. ș. a. Monitoringul concentrațiilor de Radon pe teritoriul Republicii Moldova. În: Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină, 2012, .
7. Corețchi L. ș.a. Probleme actuale și tehnologii de reducere a impactului negativ al concentrațiilor avansate de radon (^{222}Rn) în Mediul Ambient. În: Bulletin of the Academy of Sciences of Moldova, 2012,
8. Gabor (Timar) A. Radioactivitatea Mediului. Suport de curs. Știința mediului, ingineria mediului, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, 2015,
9. Norme fundamentale de radioprotecție. Cerințe și reguli igienice. Nr. 065334 din 27.02.2001.
10. Regulament și norme igienice privind reglementarea expunerii la radiații a populației de la sursele naturale. Monitorul Oficial al Republica Moldova nr.92-93/239 din 03.08.2001.
11. *Al-Zoughool M., Krewski D., 2009; Gusain G.S. et. al., 2012; Harb S., El-Kamel Ael-H, Abbady Ael-B, Saleh II, El-Mageed AI., 2012.*
- 12 *Mrdakovic Popic J, 2012*
13. [http://etat.geneve.ch/dt/toxicologie-pollutions/radon-747-3699 8414.html](http://etat.geneve.ch/dt/toxicologie-pollutions/radon-747-3699%208414.html), 2016
14. www.cancer.org
15. <https://www.who.int/>
16. <https://www.icrp.org/page.asp?id=5>
17. <https://www.unscear.org/>
18. <https://www.iaea.org/>
19. www.unep.org

20. <https://www.iaea.org/publications/6739/radiation-protection-against-radon-in-workplaces-other-than-mines>
21. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0059>