

mr sc. Zejnil Trešnjo  
Ministarstvo trgovine, turizma i zaštite okoliša HNK

dr sc. Feriz Adrović  
Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Tuzli

## METODE MJERENJA RADONA U ŽIVOTNOJ SREDINI

### REZIME

Detekcija radona u svim ambijentalnim sredinama, kao i prospekcija njegovih produkata raspada, zauzimaju centralno mjesto pri određivanju nivoa prirodne radioaktivnosti. Na osnovu tih mjerenja računaju se godišnje doze zračenja kojem je izloženo stanovništvo. Izlaganje visokim koncentracijama usljed udisanja gasa radona, kao i unošenje velikih koncentracija aerosola kratkoživećih produkata raspada radona, dovodi do ozračivanja prvenstveno organa za disanje, koje može prouzrokovati rak pluća (radon je svrstan u kancerogene supstancije klase I). Smatra se da je radon, poslije pušenja, drugi najveći uzrok kancera pluća. Zato se posljednjih godina u svijetu posvećuje posebna pažnja mjerenju koncentracije radona u vazduhu stambenih i radnih prostora. Imajući u vidu stepen doprinosa gasa radona i njegovih produkata raspada ukupnom radiološkom opterećenju okoliša, centralno mjesto u istraživanjima prirodne radioaktivnosti zauzima istraživanje koncentracije aktivnosti radona. U ovom radu opisane su najčešće korištene metode za određivanje koncentracije aktivnosti radona u životnoj sredini.

**Ključne riječi:** radioaktivnost, radon, radonovi potomci, mjerenje

### UVOD

Jonizujuće zračenje spada u prirodne fenomene koji od samog početka prate razvoj organske materije i živih organizama na Zemlji. Ljudi su svakodnevno izloženi prirodnoj radioaktivnosti koja se nalazi u zemlji, vodi, vazduhu i hrani, te su takva zračenja sastavni dio okruženja u kojem živimo.

Najveći udio u izloženosti prirodnoj radioaktivnosti dolazi upravo od radioaktivnog gasa radona koji je potomak urana, prirodnog minerala u stijinama i zemlji. Radon se u različitim koncentracijama nalazi svugdje. Prirodni radioaktivni izvori daju prosječnu godišnju efektivnu dozu od 2,4 mSv. Inhalacija radona, torona i njihovih potomaka u otvorenom i zatvorenom prostoru iznosi oko 1,3 mSv. To je

jedan od najznačajnijih mehanizama izlaganja čovjeka prirodnom zračenju. Ostatak od 1,1 mSv je od kosmičkog zračenja, kosmogenih radionuklida, zemljinog gama-zračenja i radionuklida u tijelu.

Problem radioaktivnog radona izaziva veliku pažnju naučnih i stručnih krugova. Razlog je taj što radon i njegovi produkti raspada daju i preko pedeset odsto od ukupne efektivne doze koju čovjek dobija od prirodne radijacije. Glavni doprinos izloženosti čovjeka radonu dolazi usljed njegove inhalacije.

### **FIZIČKE I HEMIJSKE OSOBINE RADONA**

Prirodni radon je gas bez boje, mirisa i okusa. Otkrio ga je Friedrich Ernst Dorn, u Njemačkoj, 1900. godine. Prvobitno je nazvan niton, po latinskoj riječi *nitens*, što znači *sjajan*. Radon je radioaktivan, plemenit gas, hemijski inertan i zato pokretan na normalnoj temperaturi.

Izotop,  $^{219}\text{Rn}$ , s vremenom poluraspada 4 s i prosječnom životnom dobi od 5,71 s, nastaje raspadom aktinija, pa se i naziva aktinon. Izotop,  $^{220}\text{Rn}$ , s vremenom poluraspada 55,6 s i prosječnom životnom dobi od 80,2 s, nastaje raspadom torija, pa se naziva toron, a najduži živući izotop je  $^{222}\text{Rn}$ , o kome je riječ, s vremenom poluraspada od 3,82 dana i prosječnom životnom dobi od 5,51 dan; nastaje alfa-raspadom radija i naziva se radon.

Za fizičko ponašanje radona i njegovih produkata raspada potrebno je znati penetracionu snagu alfa-čestica emitiranih raspadom, a takođe i uzmak preostalog atoma.

Radon se raspada stvarajući  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  i  $^{214}\text{Po}$ , kojom prilikom se oslobađa energija koja može oštetiti tkiva organa za disanje. U lancu raspada, gasoviti radon se preko kratkoživećih produkata raspada transformiše u stabilno olovo  $^{206}\text{Pb}$ , emitujući 5 alfa-čestica energije do 7,7 MeV, beta zračenja energije do 2,8 MeV i fotona gama-zračenja energije do 2,4 MeV. Kratkoživeći produkti raspada radona,  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  i  $^{214}\text{Po}$  predstavljaju veću opasnost za ljudsko zdravlje nego sam radon, budući da se oni vežu se za aerosole, a onda zrakom dospijevaju u dišni trakt gdje se talože i jonizuju radiosenzitivno plućno tkivo. Gama-zraci  $^{214}\text{Bi}$  i  $^{214}\text{Pb}$  su najveća komponenta i energetik uranovog niza.

Važno svojstvo radona je rastvorljivost u raznim vrstama tečnosti i gasova, kao na primjer u vodi i prirodnom gasu, tako da se može prenijeti na velike udaljenosti kroz tlo, pa u posebnim slučajevima njegova koncentracija prema ukupnoj unutrašnjoj koncentraciji zraka može biti od velike važnosti.

### **IZVORI RADONA**

Trenutna rasprostranjenost atoma stvorenih iz uran-radijevog, aktinijevog i torijevog radioaktivnog niza zavisi od fizičkih i hemijskih osobina elemenata i okolnih stijena i zemljišta. Izotop uranovog niza,  $^{238}\text{U}$ , je prvi član serije u kojoj nastaje  $^{222}\text{Rn}$ . Produkti raspada uranovog niza imaju različite hemijske osobine i vremena poluraspada dovoljno duga tako da stepen razdvajanja ne zavisi samo od relativne vremenske skale radioaktivnih raspada, već i od geoloških, meteoroloških, hemijskih i bioloških procesa.

Visoke količine radona povezuju se s granitnim vulkanskim i kvarenim stijenama, fosfatnim zalihama i nekim pješćanim plažama koje sadrže visoke količine urana i torija, čijim raspadom nastaje radon. Tipična koncentracija  $^{226}\text{Ra}$ , iz koga  $\alpha$ -raspadom nastaje  $^{222}\text{Rn}$ , u fosfatnim rudama je otprilike 40 pCi/g, pa ruda koja je blizu površine uzrokuje velike koncentracije radona. On se često apsorbira unutar drvenog uglja, te ga napušta kada se ovaj ugrije na temperaturu od  $350^\circ\text{C}$ .

Najveći izvor  $^{222}\text{Rn}$  su radioaktivne stijene.  $^{222}\text{Rn}$  je najobilniji u mineralima, a 25% manje ga ima u gasu u zemlji, dok daleko manje, oko 1000 puta manje ima ga u kućama, još manje u zraku iznad zemlje i nad okeanima. Radonovi izotopi nastaju u mineralima raspadom radija, koji nastaje iz tri radioaktivna niza,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ .

## METODE DETEKCIJE RADONA

Detekcija i mjerenje koncentracije radona može se obaviti neposredno, mjerenjem samog radona, ili indirektno, preko njegovih potomaka. Radon i neki njegovi potomci ( $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ) raspadaju se putem emisije alfa-čestica. Potomci  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  i  $^{210}\text{Bi}$  su beta-emiteri s pratećim gama-zračenjem. Shodno tome, detekcija i mjerenje koncentracije radona mogu se uraditi detekcijom i mjerenjem  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  zračenja pri njihovoj interakciji s različitim materijalima, koji se koriste u odgovarajućoj tehnici mjerenja.

Postoje različite tehničke mogućnosti mjerenja, prema tome da li se mjeri samo radon, njegovi potomci, ili zajedno. U svim tim slučajevima alfa, gama ili beta-zračenja su detektibilni fenomeni. U ovom radu biće ukratko opisane najviše korištene metode i tehnike mjerenja radona i to:

- jonizacijska komora,
- scintilacijski brojači,
- poluprovodnički detektori na bazi silicija,
- termoluminescentni detektori,
- čvrsti trag detektori.

Princip mjerenja radona, bilo da se radi o pasivnoj ili aktivnoj metodi uzorkovanja, sličan je kod većine detektora. Naime, radon ulazi u detekcijsku komoru gdje dolazi do njegovog radioaktivnog raspadanja, pri čemu detektor registrira zračenje.

### Jonizacijska komora

Jonizacijske komore uglavnom predstavljaju cilindrične posude s centralnom aksijalnom elektrodom, a u nekim slučajevima i pravougaone posude unutar kojih se nalaze ravne elektrode. Kod ravnih elektroda električno polje je približno homogeno, dok se u cilindričnim komorama javlja radijalno polje čiji intenzitet opada od centralne elektrode do cilindričnog zida posude.

Jonizacijske komore se koriste za kontinuirano mjerenje koncentracije aktivnosti radona. Putem difuzije radon ulazi u jonizacijsku komoru kroz filter od fiberglasa koji sprečava ulazak radonovih potomaka, odnosno čestica aerosola. Kućište komore se nalazi na pozitivnom potencijalu od 750-1000 V (anoda komore), a unutra se nalazi katoda koja je preko izolatora povezana s kućištem komore.

Prostor između elektroda je ispunjen određenom vrstom gasa pod pritiskom koji se kreće od nekoliko cm Hg, pa do atmosferskog. Prilikom radioaktivnog raspada radona  $\alpha$ -čestice joniziraju zrak unutar jonizacijske komore. Katoda privlači negativno, a anoda pozitivno naelektrisane čestice i kroz cijelo strujno kolo protječe struja, koju zovemo jonizacijskom. Ona je proporcionalna količini raspadnutih atoma radona.

### Scintilacijski brojači

Ta vrsta detektora zasniva se na činjenici da pri interakciji naelektrisane čestice i scintilirajućeg materijala dolazi do njegove jonizacije. Prilikom povratka pobuđenih molekula tog materijala u osnovno stanje, on emitira slabe svjetlosne bljeskove, tzv. scintilacije. Scintilacijski brojači koji su danas u upotrebi sastoje se od organskog ili anorganskog kristala (scintilirajući materijal) povezanog s osjetljivim multiplikatorom koji reagira na svjetlosne impulse. Važna karakteristika organskih scintilatora (kristali antracena, natrijumjodid s primjesama talija, rastvori difeniloksazola i dr) je da imaju veoma visoku vremensku rezoluciju čime je bitno određena njihova primjena na mjerenje vremena proleta, odnosno brzine čestice, te na proučavanje procesa koji se događaju u kratkom vremenskom intervalu (red veličine  $10^{-9}$ ).

Scintilacijski brojači imaju mogućnost kao i proporcionalni brojači, tj. intenzitet svjetlosti pri jednoj scintilaciji je proporcionalan energiji čestice koja prodire i jonizira detektor. Ta proporcionalnost se pomoću fotomultiplikatora prenosi i na električne impulse koji se podesno mjere i klasiraju elektronskim uređajima. Na taj način se dobivaju i energetske spektri čestica radioaktivnog zračenja, odnosno scintilacijski brojač se može koristiti i kao spektrometar.

Za mjerenje trenutne koncentracije aktivnosti radona koriste se  $\alpha$ -scintilacijske posudice, razvijene na Institutu „Jozef Stefan“ u Ljubljani (Kristan i Kobal, 1973). Metoda se sastoji u tome da se zrak, koji sadrži radon, uvede u scintilacijsku posudicu obloženu cinkovim sulfatom aktiviranim sa srebrom koji služi kao scintilirajući materijal. Nakon uspostave radioaktivne ravnoteže kratkoživećih radonovih potomaka s radonom, što obično traje 3 do 4 dana, mjeri se ukupna  $\alpha$ -aktivnost, te se onda računa koncentracija radona u trenutku uzorkovanja. Scintilacijske posudice su baždarene standardnom otopinom radij klorida, a osjetljivost posudica je u području  $0,0019 - 0,0022 \text{ m}^3 / \text{Bqs}$ , s donjom granicom detekcije od  $15 - 30 \text{ Bq/m}^3$ .

U scintilatore se često dodaju i primjese drugih tijela koja na osnovu pojave fluorescencije prevode svjetlosne signale manje talasne dužine u svjetlosne signale veće talasne dužine. Naime, neki scintilatori s dobrim karakteristikama daju svjetlosne signale i suviše male talasne dužine, nepodesni za rad fotomultiplikatora. Tada se, izborom odgovarajuće primjese, scintilacije prevode u one talasne dužine koje najbolje odgovaraju fotomultiplikatoru.

### Poluprovodnički detektori na bazi silicija

Poluprovodnički detektori se upotrebljavaju za detekciju svih vrsta zračenja nižih energija. Prolaskom naelektrisane čestice kroz poluprovodnik, procesima jonizacije i pobude elektrona u atomima poluprovodnika stvara se slobodno naelektrisanje koje se skuplja i služi kao osnova za izlazni električni signal. Dakle, poluprovodnički detektori su po metodi detekcije, ustvari, jonizacijske komore u čvrstom stanju. U odnosu na standardne, gasom ispunjene jonizacijske komore, poluprovodnički detektori imaju dvije prednosti. Prva se odnosi na poboljšanje slabog izlaznog signala, jednog od glavnih nedostataka gasom ispunjene jonizacijske komore. Energija potrebna za jonizaciju kod poluprovodnika je oko 3 eV, dok je ta energija za tipične jonizacijske komore približno 10 puta veća. Tako npr. proton energije 1 MeV, koji u detektoru izgubi svu kinetičku energiju, stvori oko  $3 \cdot 10^5$  parova elektron-jon za razliku od jonizacijske komore u kojoj se generira oko 30 parova. Posljedica ovog velikog broja parova elektron-jon ogleda se u poboljšanju energetske rezolucije jer su statističke fluktuacije broja nosilaca naelektrisanja po pulsu mnogo manje od ukupne količine naelektrisanja.

Druga važna prednost poluprovodničkih detektora odnosi se na moć zaustavljanja naelektrisanih čestica koja je i do 1000 puta veća nego kod gasom ispunjenih jonizacijskih komora. Domet  $\alpha$ -čestice u čvrstom tijelu iznosi svega nekoliko desetaka mikrometra, za razliku od gasa pri atmosferskom pritisku u kojem iznosi i nekoliko centimetara. Posljedica je značajno smanjenje dimenzija detekcijske zapremine, pa je zbog toga i veća mogućnost različitih primjena. Pored toga, veća gustoća, koja osigurava bolju efikasnost detekcije poluprovodničkih detektora nego kod jonizacijskih komora, i direktna međupovezanost s elektroničkim kolima za kontrolu i mjerenje, prednosti su koje čine poluprovodnike vrlo privlačnim za konstruiranje malih i osjetljivih ličnih dozimetara.

Detektori na bazi silicija se često koriste za detekciju  $\alpha$ -čestica i svojom debljinom ne prelaze 1 mm. Izrađeni su od krajnje čistog kristala silicija, velike otpornosti, onečišćenog s primjesama, na takav način da jedna polovica čini poluprovodnik p-tipa, a druga n-tipa. Na njihovom spoju nalazi se tzv. osiromašeni sloj, jer elektroni iz n-područja popunjavaju šupljine u p-području tako nastale poluprovodničke diode. Time se stvara potencijalna barijera koja nastoji održati preostale elektrone u n-području, a šupljine u p-području. Ukoliko se dioda dodatno nepropusno polarizira, tako što se p-područje diode spoji na negativan potencijal, tada se visina potencijalne barijere značajno povećava. Postojeće električno polje brzo neutralizira sve novonastale parove elektron-šupljina, te smanjuje ravnotežnu koncentraciju nosilaca naelektrisanja. Pod tim se uvjetima stvaranje dodatnih parova elektron-šupljina zbog gubitka energije upadne naelektrisane čestice detektira kao strujni impuls. Povećanjem iznosa suprotnog prednapona, kojim se poluprovodnička dioda nepropusno polarizira, povećava se širina osiromašenog područja i na taj način čitava silicijeva dioda postaje aktivni detektor. Takvi silicijevi poluprovodnički detektori s zaprečnim slojem već pri debljini manjoj od 1 mm, omogućuju mjerenje pri sobnim temperaturama.

### Termoluminescentni detektori

Termoluminescentni dozimetri (TLD) baziraju se na tome da prolaskom zračenja kroz neke materijale dolazi do pobude elektrona tog materijala i njihovog prelaska na više energetske nivoe u orbitama svog atoma. Pri zagrijavanju tog istog materijala do određene temperature, elektroni se vraćaju na svoje originalne niže orbite i pri tom dolazi do emisije veoma male količine svjetlosti. Ako se zagrijavanje obavi u specijalnoj peći opremljenoj veoma osjetljivim detektorom svjetlosti, ta pojava se može zabilježiti (naziv postupka dolazi od riječi *termo*, što znači *toplota* i *luminescencija*, što znači *zračenje svjetlosti*). Dakle, može se uspostaviti veza između količine emitirane svjetlosti i intenziteta zračenja.

Za praktičnu primjenu u dozimetriji se koristi oko desetak vrsta fosfora. Svaka od njih ima svoje karakteristične osobine i njihova primjenjivost određena je ispoljavanjem slijedećih osnovnih zahtjeva: osjetljivost fosfora samo na jonizirajuće zračenje, visoki izlaz luminescencije, linearna ovisnost izlaza luminescencije od doze, u što je moguće širem intervalu doza, odsustvo slabljenja luminescencije u širokom intervalu temperatura, mala ovisnost osjetljivosti o jačini doze i energiji jonizirajućeg zračenja, pogodan spektar luminescencije, te jeftinoća i mogućnost masovne proizvodnje.

U slučaju detekcije radona pomoću termoluminescentnih detektora, ova se mjerna tehnika uglavnom oslanja na mjerenje koncentracije radonovih potomaka. Radonu se omogućiti ulazak u detekcijski volumen u kojem se nalazi termoluminescentni detektor. Na maloj udaljenosti, nasuprot detektoru, postavlja se metalna pločica. Pločica može, ali i ne mora, biti naelektrisana radi efikasnijeg prikupljanja  $\alpha$ -čestica. Radonovi se potomci nakupljaju na pločici gdje se konačno raspadaju, a tako se dobivena energija deponira u termoluminescentnom dozimetru. Nakon izlaganja zraku, koji je bogat radonom, dozimetar se šalje na očitavanje u TLD-sistem za očitavanje. U principu očitavanje s TLD je jednostavno, jer se u relativno kratkom vremenskom intervalu (obično od 5 do 6 s) TLD zagrije do temperature  $300^{\circ}\text{C}$ , stvarajući emisiju svjetlosti koja se mjeri kvantitativno.

Glavni zadatak termoluminescentnih sistema za detekciju je da prevede emitiranu svjetlost od TLD u elektronski signal koji može biti mjereno i korišten za određivanje koncentracije radona. U normalnim uvjetima, toplotno razdvajanje pozicije termoluminescentnog dozimetarskog čitača i svjetlosnog detektora je neophodno, jer toplota utječe na svjetlosni detektor. Zato je optički sistem kontroliran termopupijajućim filterom, sočivima za fokusiranje i svjetlosnim cijevima.

### Čvrsti trag-detektori

Metoda mjerenja radona detektorima nuklearnih tragova jedna je od najraširenijih za integralno mjerenje koncentracije aktivnosti kako unutrašnjeg, tako i radona na otvorenom. Razlozi su: detektori su relativno malih dimenzija, jednostavni su za upotrebu, jer ne zahtijevaju korištenje elektronike pri detekciji, relativno su jeftini i jednostavno se tretiraju i očitavaju (podvrgavaju se hemijskim reagensima, a zatim se uz pomoć optičkog mikroskopa očitavaju tragovi).

Nuklearni trag-detektori su pasivni detektori, što znači da radon samostalno difundira u detekcijsku komoru. Pored nabrojanih prednosti te vrste detektora, postoje i određeni nedostaci koje ispoljavaju. Jedan od nedostataka se ogleda u nemogućnosti direktnog očitavanja s detektora, bez korištenja dodatne instrumentacije. Drugi nedostatak je da se nuklearni tragovi očitavaju pomoću optičkog mikroskopa, tako da je to zamoran i spor posao, iako se u zadnje vrijeme razvijaju poluautomatske i automatske metode za očitavanje.

Najpoznatiji detektori nuklearnih tragova su filmovi od celuloznog nitrata (LR-115 i CN-85, koje proizvodi „Kodak-Pathé“, Francuska), polikarbonata (Makrofol, koji proizvodi Bayer AG, Njemačka i Lexan, koji proizvodi „General Electric Co“, SAD), te alil-diglikol karbonata (CR-39, koji proizvodi „American Acrylics and Plastics“, SAD). Ti detektori su potpuno neosjetljivi na  $\beta$ -čestice i  $\gamma$ -zračenje, jer je za stvaranje traga na filmu detektora potrebna veća energija.

Penetracijom  $\alpha$ -čestica, koje su produkt raspada radona ili njegovih potomaka, dolazi do cijepanja polimernih lanaca film, te nastajanja kvazikontinuiranih oštećenja (tragova). Ta prikrivena oštećenja na filmu su prečnika od 1 do 10 nm i vidljiva su samo elektronskim mikroskopom. Nakon izlaganja, filmovi se hemijski obrađuju, urezuju se tragovi u prikladnoj lužnatoj (NaOH, KOH) ili kiseljoj otopini (HF ili HNO<sub>3</sub>), pri konstantnoj temperaturi. Urezivanjem se prekinuti polimerni lanci otapaju i na taj način se mala oštećenja proširuju za faktor 10<sup>2</sup>-10<sup>3</sup>, te nastaju tragovi vidljivi optičkim mikroskopom. Također, tim se postupkom novonastali tragovi fiksiraju, čime postaju neosjetljivi na promjene temperatur,e te tako trajno ostaju na površini detektora.

Brojeći tako dobivene tragove, koje su napravile  $\alpha$ -čestice, u određenom vremenskom intervalu i pretpostavljajući postojanje sekularne ravnoteže između radona i svih njegovih potomaka, ili koristeći izmjerenu vrijednost ravnotežnog faktora u odnosu aktivnosti potomaka i aktivnosti radona, možemo izmjeriti koncentraciju radona u zatvorenom sistemu.

## ZAKLJUČAK

Da bismo mogli praviti procjene o količini zračenja i njegovog eventualnog dještva na ljudski organizam, treba poznavati doprinos efektivnih doza usljed prirodnih izvora i ostalih vrsta zračenja.

Od ukupnog zračenja u našoj životnoj sredini više od 50% potječe od elementa radona i njegovih produkata raspada. Radon nastaje kao međuproizvod pri radioaktivnom raspadu urana, torijuma i aktinijuma, a sam se radioaktivnim raspadom pretvara u odgovarajuće izotope olova. Rasprostrući se u okolinu kao gas, čini i nju radioaktivnom. Na mnogim mjestima gdje borave ljudi zračenje zavisi od inhalacije radona i njegovih produkata raspada nataloženih na aerosolnim česticama.

Da bismo utvrdili tačnu procjenu doze zračenja, potrebno je stalno mjeriti i poznavati koncentraciju aktivnosti gasa radona. Zbog toga su razvijene i usvojene određene metode i tehnike mjerenja koncentracije aktivnosti radona u životnoj sredini, a i stalno se radi na uvođenju novih i usavršavanju postojećih metoda i tehnika, s ciljem permanentnog praćenja radiološkog opterećenja životne sredine.

## LITERATURA

- Adrović, F, Jakupi, B, Vasić, P (1995). *Measurements of radon concentration. Radiation Measurements Vol. 25, Nos 1-4*, pp. 643-648.
- Adrović, F, Prokić, M, Ninković, M, Glišić, R (2004). *Measurements of environmental background radiation at location of coal-fired power plants. Radiation Protection Dosimetry, Vol 112, No.3*, pp. 439-442.
- *National Council on Radiation Protection and Measurement-NCRP (1988) Measurement of Radon and Radon Daughters in air.*
- *International Commission on Radiological Protection-ICRP (1994). Protection against radon-222 at home and at work.*

## METHODS OF MEASUREMENT OF RADON IN THE ENVIRONMENT

### SUMMARY

Detection of radon in all ambient environments, as well as the screening of its decay products, occupy a central position in determining the level of natural radioactivity. The annual dose of radiation received by the population is being calculated based on these measurements. The exposure to high concentrations due to radon gas inhalation and ingestion of large concentrations of aerosols of short-lived decay products of radon, lead to irradiation primarily of respiratory organs, which can cause lung cancer (radon is classified as a carcinogenic substance of Class I). It is believed that radon is the second largest cause of lung cancer, having smoking first on the list. Therefore, in recent years there are special measurements of radon concentration in air of residential and work spaces. Having in mind the degree of contribution of gas radon and its decay products to the overall radiological environmental load, the central place in studies of natural radioactivity is precisely research about radon activity concentrations. This paper describes some commonly used methods for determining radon activity concentration in the environment.

**Keywords:** radioactivity, radon, radon progenies, measurement