

**DRUŠTVO ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE**

ZBORNİK RADOVA

**XXIV SIMPOZIJUM DZZSCG
Zlatibor 2007,
3 – 5. oktobar**

**Beograd
2007**

ZBORNİK RADOVA
XXIV SIMPOZIJUM DZZSCG
3-5 oktobar 2007

Izdavači:

Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore

Za izvršnog izdavača:

Dr Jovan Nedeljković

Urednik:

Mr Milojko Kovačević

ISBN 978-86-7306-089-7

© Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Tehnička obrada: Sesartić Gorijan

Štampa: Štamparija Instituta za nuklearne nauke „Vinča“, Beograd

Tiraž: 120 primeraka

Štampa završena septembra 2007.

XXIV SIMPOZIJUM DRUŠTVA
ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE
Zlatibor, 3 – 5 oktobar 2007

Organizatori:

DRUŠTVO ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA SRBIJE I CRNE GORE

INSTITUT ZA NUKLEARNE NAUKE „VINČA“

Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine „Zaštita“

Organizacioni odbor:

Predsednik: Milojko Kovačević

Članovi:

Ranko Kljajić
Perko Vukotić
Milan Pavlović
Ištvan Bikit
Olivera Marinković
Tomislav Anđelić
Gordana Pantelić
Dragoslav Nikezić
Snežana Milačić
Snežana Dragović

Redakcioni odbor:

Dr Gordana Joksić
Dr Olivera Ciraj
Dr Marko Ninković

Organizaciju su pomogli:

Ministarstvo za nauku Republike Srbije
Ministarstvo za zaštitu životne sredine
VIP mobile
AMETEK-AMT, ORTEC
Institut za nuklearne nauke "Vinča"

Ovaj Zbornik je zbirka radova saopštenih na XXIV Simpozijumu Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore koji je održan od 3 - 5. oktobra 2007. godine na Zlatiboru. Radovi su razvrstani po sekcijama. Mada su svi radovi u Zborniku recenzirani od strane Redakcionog odbora za sve iznesene tvrdnje i rezultate odgovorni su sami autori.

Organizacioni odbor se zahvaljuje svim autorima radova na uloženom trudu. Posebno se zahvaljujemo sponzorima koji su pomogli održavanje Simpozijuma i štampanje Zbornika.

Organizacioni odbor

**KEMPELOV MSV METOD MERENJA U MEŠOVITOM POLJU
²⁵²Cf MODERIRANOG TEŠKOM VODOM**

**Srboljub STANKOVIĆ¹, Ivana AVRAMOVIĆ¹, Đorđe LAZAREVIĆ¹, Boris
LONČAR² i Predrag OSMOKROVIĆ³**

1) Institut za nuklearne nauke "VINČA", Beograd

2) Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

3) Elektrotehnički fakultet, Beograd

SADRŽAJ

U radu je ispitana mogućnost primene Kempbelovog MSV metoda u mešovitoj polju ²⁵²Cf moderiranog teškog vodoma. Nekompenzovana jonizaciona komora za mešovita n- γ polja je bila detekcioni element MSV mernog lanca. Zaključeno je da je stepen n- γ diskriminacije pri MSV obradi signala veći nego kod klasičnog metoda merenja.

1. Uvod

Jedna od prvih uspešnih realizacija Kempbelove teoreme u praksi iz oblasti nuklearne tehnike i zaštite od jonizujućeg zračenja je Lihtenštajnov (Lichtenstein R.M.) patentirani instrument za merenje zračenja iz 1959 g. [1]. Od 1960. g. MSV (Mean Square Value) metod se ozbiljno verifikuje i preporučuje preko praktičnih realizacija za monitoring start-up-a snage reaktora [2]. Primenom u in-core monitoring sistemu snage reaktora, MSV (Kempbelovim) metodom se smanjuje uticaj maskiranja neutronskog signala od strane gama komponente polja u velikom intermedijarnom opsegu promene snage (6-7 dekada) [3],[4]. Imajući u vidu ovakav istorijat razvoja i primene Kempbelovog metoda detekcije, Knoll (Knoll G.F.) [5] je istakao njegov značaj pre svega za nuklearnu tehniku, zaštitu od jonizujućeg zračenja i dozimetriju. Otuda je cilj rada da se eksperimentalno ispita validnost teorijskog modela proračuna stepena n- γ diskriminacije koji daje prednost MSV metodi merenja u mešovitoj polju ²⁵²Cf moderiranog teškog vodoma.

2. Linearni model proračuna stepena n- γ diskriminacije

Pri merenju jonizacionom komorom u mešovitoj n-gama polju, nekorelisani šum sistema doprinosi spektralnoj gustini snage promenljive veličine kao što je fluks neutrona [6]. U prisustvu jakog nekorelisanoj gama polja za izlazne veličine takve komore mogu se definisati ukupna srednja vrednost jačine struje \bar{i} i varijansa (kvadrat standardne devijacije) jačine struje $\overline{i^2}$ [5],[9]. Prednost Kempbelovog metoda detekcije jonizujućeg zračenja preko stepena n- γ diskriminacije može se definisati iz odnosa doprinosa izlaznom signalu iz nekompensovane jonizacione komore od neutronskog i gama zračenja za dva aktuelna merna sistema:

(i) za klasični metod merenja jačine struje iz jonizacione komore

$$O_{DC} = \frac{s_n \overline{q_n} \overline{\phi_n}}{s_\gamma \overline{q_\gamma} \overline{X}} \quad (2a)$$

$\overline{s_n q_n}, \overline{s_\gamma q_\gamma}$ - modifikovane osetljivosti detektora, jonizacione komore, na neutrone [A/n/cm² s] i gama zračenje [A/(C/kg s)], respektivno ; ϕ_n, ϕ_γ - neutronske

[neutrons/cm² s] i gama [fotona/cm² s] fluks; $\dot{X}(\phi_\gamma)$ - jačina ekspozicione doze [C/kg s], koja zavisi od fluksa gama zračenja; $\overline{q_n \cdot q_\gamma}$ - količina naelektrisanja [C] ostvarena u interakciji od svakog tipa zračenja; pri čemu se može označiti da je $\phi_n = \phi$ zato što se uticaj gama zračenja prati preko jačine ekspozicione doze.

(ii) za Kempbelov metod merenja varijanse jačine struje

$$O_{AC} = \frac{s_n \overline{q_n^2} \phi}{s_\gamma \overline{q_\gamma^2} \dot{X}} \quad (2b)$$

Kada je $\frac{\overline{q_n}}{q_\gamma} \gg 1$, za O_{AC}/O_{DC} približno sledi da je odnos stepena n- γ diskriminacije:

$$\frac{O_{AC}}{O_{DC}} = \frac{\overline{q_n^2} / \overline{q_\gamma^2}}{\overline{q_n} / \overline{q_\gamma}} = \left(\frac{\overline{q_n^2}}{\overline{q_n}^2} \cdot \frac{\overline{q_\gamma}^2}{\overline{q_\gamma^2}} \right) \cdot \frac{\overline{q_n}}{q_\gamma} \approx \frac{\overline{q_n}}{q_\gamma} \quad (2v)$$

Poslednja relacija sugerise da je više nego poželjno koristiti Kempbelov (MSV) metod merenja zbog bolje neutron-gama diskriminacije. Ova činjenica je od specijalnog interesa za neke tipove jonizacionih komora koje nisu gama kompenzovane prilikom monitoringa snage reaktora, kao i pri merenjima u mešovitim poljima poznatih radionuklida [7],[8],[9].

3. Rezultati

Za ostvarivanje što kvalitetnijih eksperimentalnih uslova dovoljno pouzdano su određene vrednosti termičkog neutronskega fluksa, kao i jačine apsorbovane, ekvivalentne i ekspozicione doze u prostornim tačkama od interesa unutar mešoviteg polja ²⁵²Cf moderiranog teškom vodom u Metrološkoj Dozimetrijskoj Laboratoriji, Instituta za nuklearne nauke "VINČA". Izvor ²⁵²Cf je bio proizveden u martu 1983. godine i tada mu je masa iznosila 2,142 mg. Dodatno je izvršen proračun fluksa termičkih neutrona i jačine ekspozicione doze u moderiranom polju ²⁵²Cf. Pri proceni fluksa termičkih neutrona za polje izvora ²⁵²Cf oko kojeg je sfera ispunjena teškom vodom dijametra 30 cm (oklopljenom 1mm Cd) korišćen je odnos vrednosti jačine struje BF₃ jonizacione komore u polju sa (\dot{I}_m) i bez (\dot{I}_g) ove sfere. Odnos jačina struja se zbog linearnosti mernog sistema može zameniti odgovarajućim odnosom srednjih vrednosti konvertovanog signala (V_m/V_g). Tako se može postaviti relacija između fluksa termičkih neutrona u polju sa ($\Phi_{th}^{(m)}$) i bez ($\Phi_{th}^{(g)}$) sfere moderatora, za različita rastojanja od izvora r , kao :

$$\Phi_{th}^{(m)}(r) = \Phi_{th}^{(g)}(r) \cdot \left[\frac{\dot{I}_m}{\dot{I}_g} \right]_{(r)} = \Phi_{th}^{(g)}(r) \cdot \left[\frac{V_m}{V_g} \right]_{(r)} \quad (3a)$$

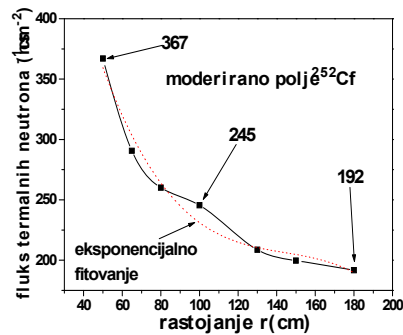
Do relacije između jačina ekspozicione doze sa (\dot{X}_m) i bez (\dot{X}_g) sfere moderatora dolazi se preko odnosa apsorbovanih doza u vazduhu, odnosno konverzionih faktora za

specifičnu aktivnost golog (k_g) i moderiranog (k_m) izvora ^{252}Cf [10], koji ima masu m_{CF} .

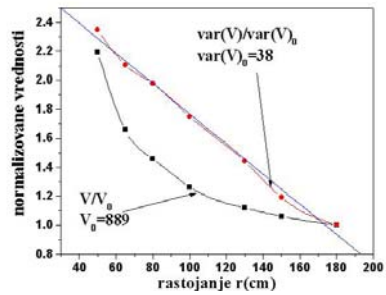
$$\dot{X}_m = \dot{X}_g \cdot \frac{\dot{D}_m^{air}}{\dot{D}_g^{air}} = \dot{X}_g \cdot \frac{k_m \cdot m_{CF}}{k_g \cdot m_{CF}} \quad (3b)$$

gde je $\frac{k_m}{k_g} = \frac{0.25(\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1})}{0.31(\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1})} = 0.806$.

Za promenu jačine ekspozicione doze sa rastojanjem može se prihvatiti kvadratna zavisnost opadanja vrednosti za rastojanja nekoliko puta veća od 15 cm (poluprečnika D_2O sfere), znači već za rastojanja od 50 cm. Za promenu termičkog fluksa na osnovu proračuna dobijena je zavisnost prikazana na slici 1. Na bazi rezultata ispitivanja originalno formiranog MSV mernog lanca [9] u polju kalifornijuma moderiranog teškom vodom na slici 2. su prikazane zavisnosti normalizovanih vrednosti varijanse ($\text{var}(\mathbf{V})$) i srednje vrednosti (\mathbf{V}) konvertovanog signala od fluksa termičkih neutrona i jačine ekspozicione doze na različitim rastojanjima od izvora zračenja.



Slika 1. Promena fluksa termičkih neutrona sa rastojanjem u moderiranom polju ^{252}Cf



Slika 2. Rezultati merenja u moderiranom polju ^{252}Cf .

4. Diskusija rezultata

Za diskusiju je značajno iskoristiti rezultate proračuna vrednosti fluksa termičkih neutrona za različita rastojanja jonizacione komore od izvora smeštenog u centar sfere sa teškom vodom. Termički fluks u moderiranom polju ^{252}Cf pokazuje trend značajnih promena sa rastojanjem. Na početnom rastojanju izvor ^{252}Cf -komora od **50 cm** promena termičkog fluksa je oko **33%**, a na sledećih **80 cm** oko **22%**, odnosno na rastojanju od **130 cm** ukupna promena termičkog fluksa iznosi oko **48%**. Vrednost relativne promene izmerene varijanse signala po jedinici promene položaja jonizacione komore je veća od relativne promene izmerene srednje vrednosti signala, i istog je reda veličine. Kada se razmatraju promena varijanse i srednje vrednosti signala u polju, između **100cm** i **180cm**, može se zaključiti da se MSV metodom merenja ostvaruje bolja diskriminacija gama komponente nego klasičnim mernim lancem. Na osnovu rezultata merenja, MSV metod bolje prati promenu termičkog neutronskog fluksa i ekspozicione doze za oko **2.8** puta. Prema teorijskim razmatranjima, tada se udeo gama komponente u ukupnoj srednjoj vrednosti signala smanji **2.5** puta (za smanjenje gama komponente srednje vrednosti od **70%**), dok se gama udeo varijanse smanji **1.16** puta (pri smanjenju gama komponente varijanse za **40%**). Ako se pri tome uzme u obzir da se proračunata varijansa i srednja vrednost signala prilično dobro slažu sa izmerenim vrednostima, potvrđen je stav da je diskriminacija gama u odnosu na neutronsku komponentu zračenja uspešnije sprovedena MSV mernim lancem [9].

5. Zaključak

U radu su upoređene relativne promene vrednosti varijanse i srednje vrednosti konvertovanog izlaznog signala iz mernog lanca po jedinici promene rastojanja BF_3 jonizacione komore od izvora ^{252}Cf moderiranog teškom vodom. Iz diskusije rezultata merenja zaključuje se da je varijansa signala značajno neosetljivija na promenu jačine ekspozicione doze u odnosu na srednju vrednost signala. Odatle sledi da je diskriminacija gama u odnosu na neutronsku komponentu signala osetno poboljšana primenom MSV metoda merenja. Kako je u Kempbelovoj teoriji poznato da se uspešnija diskriminacija komponente mernog signala koja potiče od neželjenih fizičkih događaja ostvaruje kada se uzmu dovoljno visoki redovi momenata promenljivog signala, ostaje da se razmotri mogućnost realizacije mernog sistema za redove momenata signala većih od dva.

6. Literatura

- [1] R.M. Lichtenstein, Radiation measuring instrument, United States Patent Office, Patent No. 2903591, 1959.
- [2] A.R. DuBridg, Application of In-core Detectors to Start-up of Large Boiling-Water Reactors, Trans. Am. Nucl. Soc., vol.8(1), pp. 105, 1965 .
- [3] . Plaige and R. Quenne, Use of Campbell's method in nuclear reactor control instrumentation, IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 14, pp. 247-252, Feb. 1967.
- [4] K. Kato, et all, Development of reactor noise monitor, Journal of Nuclear Science and Technology, vol. 16(4), pp. 225-234, 1979.
- [5] G.F. Knoll, Radiation detection and measurement, New York: J. W. and Sons, 1989.
- [6] W. Seifritz and D. Stegemann, Reactor-noise analysis, Atomic Energy Review, Vol. 9 (1), pp. 155-163, 1971.
- [7] S.J. Stanković, B. Lončar, I. Avramović, P. Osmokrović, Campbell's MSV method the neutron-gamma discrimination in mixed field of nuclear reactor, YUNSC, 2002.

- [8] S.J. Stanković, M. Vukčević, B. Lončar, A. Vasić, P. Osmokrović, Primena Kempbelove MSV metode pri monitoringu fisione snage reaktora, ETRAN, 2003.
- [9] S.J. Stanković, Improvement Neutron-Gamma Discrimination with Measuring of Variance Current of Ionization Chamber, MSc thesis, Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade, may 1999.
- [10] ISO 8529, "Neutron reference radiations for calibrating neutron-measuring devices for radiation protection purposes and for determining their response as a function of neutron energy", Geneve, 1989.

ABSTRACT

**CAMPBELL'S MSV METHOD MEASUREMENT IN MIXED FIELD ^{252}Cf
MODERATED BY HEAVY WATER**

**Srboljub STANKOVIĆ¹, Ivana AVRAMOVIĆ¹, Đorđe LAZAREVIĆ¹, Boris
LONČAR² and Predrag OSMOKROVIĆ³**

1) The "VINČA" Institute of Nuclear Sciences, Belgrade

2) Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade

3) Faculty of Electrical Engineering, Belgrade

This paper presents the possibility of Campbell's MSV method in mixed field ^{252}Cf moderated by heavy water. The uncompensated ionization chamber for mixed n- γ fields was used as detector element. The conclusion is that the order of discrimination in MSV signal processing is larger than for classical measuring method.

SADRŽAJ

RADIOEKOLOGIJA	7
MEASUREMENTS OF RADIOACTIVITY AND QUALITY ASSURANCE.....	9
UTICAJ DUGOGODIŠNJEG ĐUBRENJA NA RADIOAKTIVNOST ZEMLJIŠTA ...	17
ПРАЋЕЊЕ АКТИВНОСТИ ¹³⁷ CS И ⁹⁰ SR У ЗЕМЉИШТУ НА ТЕРИТОРИЈИ БЕОГРАДА ОД 2003. ДО 2006. ГОДИНЕ	23
RADIOAKTIVNOST ZEMLJIŠTA SEVEROZAPADNOG DELA STARE PLANINE	29
PROCENA RADIJACIONOG OPTEREĆENJA MAHOVINA BEOGRADA I OKOLINE	33
ODREĐIVANJE RADIOAKTIVNIH ELEMENATA U VODI ZA PIĆE METODOM INDIRECTNE ANALIZE NA OSNOVU ISPITIVANJA SASTAVA KAMENCA	37
DUGOROČNE POSLEDICE RADIOAKTIVNE KONTAMINACIJE U ŽIVOTNOJ SREDINI	43
УКУПНА БЕТА АКТИВНОСТ УЗОРАКА ИЗ ДУНАВА У 2006. ГОДИНИ	49
ISPITIVANJE SADRŽAJA RADIONUKLIDA U ZEMLJIŠTU I SADRŽAJA ²¹⁰ Pb U LIŠĆU NOVOSADSKIH PARKOVA.....	53
REMIJACIJA ZEMLJIŠTA SRBIJE KONTAMINIRANIH URANIJUMOM	59
RADIJACIONI RIZIK USLED TERESTRIČKOG IZLAGANJA ZA STANOVNIŠTVO GRADOVA SRBIJE	63
АКТИВНОСТ Cs ¹³⁷ У ЉУДСКОЈ И СТОЧНОЈ ХРАНИ У РЕГИОНУ ВОЈВОДИНЕ У ПЕРИОДУ ОД 2001 ДО 2005. ГОД.	69
MAHOVINE KAO INDIKATORI ZAGADJENJA VAZDUHA U URBANIM SREDINAMA	73
VARIJACIJA KONCENTRACIJE AKTIVNOSTI RADONA U NISKOFONSKOJ PODZEMNOJ LABORATORIJI U BEOGRADU	77
RADIOAKTIVNE KARAKTERISTIKE UVOZNIH GRANITA I MERMERA.....	83
SIMULACIJA RASPODELE KONCENTRACIJE TORONA I RADONA UNUTAR ZATVORENE PROSTORIJE	87
OPTIMIZACIJA MERENJA POVEĆANE KONCENTRACIJE RADONA METODOM ELEKTRONEMIJSKOG RAZVIJANJA TRAG DETEKTORA	93
МЕРЕЊЕ БРЗИНЕ ЕКСХАЛАЦИЈЕ РАДОНА ИЗ ГРАЂЕВИНСКИХ МАТЕРИЈАЛА МЕТОДОМ ЗАТВОРЕНЕ КОМОРЕ	99
SADRŽAJ TRITIUMA U VAZDUHU HALE REAKTORA RA U INSTITUTU "VINČA"	105
KORELACIJA KONCENTRACIJE ATMOSFERSKIH BRZIH JONA I AKTIVNOSTI RADONA U ZATVORENIM PROSTORIJAMA.....	109
RADIONUKLIDI U KAFI, KAKAU I ČOKOLADI U SRBIJI U TOKU 2006-2007. GODINE.....	115

RADIOTOKSIKOLOGIJA	119
KANCEROGENEZA I PATOFIZIOLOGIJA PROFESIONALNIH BOLESTI	121
EFIKASNOST AFCF POSLE VIŠEKRAKNE KONTAMINACIJE FAZANA ¹³⁷ CS. 129	
UTICAJ CITOSTATIKA NA BIOLOŠKO PONAŠANJE 99MTC- RADIOFARMACEUTIKA – ASPEKT ZAŠTITE	135
ZAŠTITA OD ZRAČENJA U MEDICINI	141
ZAŠTITA OD ZRAČENJA U ODJELJENJU NUKLEARNE MEDICINE U KLINIČKOM CENTRU CRNE GORE	143
ANALOGNI I DIGITALNI RADIOGRAFSKI SISTEMI: EVALUACIJA PACIJENTNIH DOZA U RADIOGRAFIJI	147
MOGUĆNOSTI SMANJENJA PACIJENTNE DOZE KOD KOMPJUTERIZOVANE TOMOGRAFIJE	153
PROIZVODNJA I PRIMENA RADIONUKLIDA I ZAŠTITA OD ZRAČENJA	159
PROCENA IZLOŽENOSTI PACIJENATA PRI RADIOGRAFSKIM PROCEDURAMA U DIJAGNOSTIČKOJ RADIOLOGIJI	165
PRIKAZ REŠAVANJA VANREDNOG DOGAĐAJA U ODELJENJU BRAHITERAPIJE U JEDNOM CENTRU ZA ONKOLOGIJU I RADIOLOGIJU U SRBIJI	169
UČESTALOST HROMOZOMSKIH ABERACIJA KOD RADNIKA PRI RADU SA RAZLIČITIM IZVORIMA JONIZUJUĆIH ZRAČENJA	177
MESTO I ULOGA HRONIČNOG STRESA U PROCENI RIZIKA RADNOG MESTA I RADNE SREDINE KOD LICA PROFESIONALNO IZLOŽENIH JONIZUJUĆIM ZRAČENJIMA	183
PROCENA IZLAGANJA PROFESIONALNO IZLOŽENIH LICA U RENDGEN DIJAGNOSTICI I KORELACIJA SA ZAKLJUČCIMA PERIODIČNIH ZDRAVSTVENIH PREGLEDA	189
PROCENA INTERNIH DOZA ZRAČENJA U PRVIM DINAMIČKIM STUDIJAMA BUBREGA POMOĆU GAMA KAMERE U KLINIČKOM CENTRU CRNE GORE – PODGORICA	195
ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST FLAVONOIDA (PROCIJANIDOLA, KVERCETINA, KEMFEROLA I LUTEOLINA) U HUMANIM LIMFOCITIMA OZRAČENIM <i>IN VITRO</i>	201
DOZIMETRIJA	207
ABSORBOVANA FRAKCIJA ELEKTRONA U LJUDSKOM RESPIRATORNOM TRAKTU	209
PRORAČUN EFEKTIVNE DOZE ORNL FANTOMA U ZATVORENOJ PROSTORIJI OD PRIRODNIH RADIONUKLIDA U GRADJEVINSKIM MATERIJALIMA	215
INCIDENT SA IZGUBLJENIM IZVOROM JONIZUJUĆEH ZRAČENJA U VOZILU ZA PREVOZ OPREME I FILMSKE EKIPE: STUDIJA SLUČAJA	221
KEMPBELOV MSV METOD MERENJA U MEŠOVITOM POLJU ²⁵² CF MODERIRANOG TEŠKOM VODOM	227

PRIMENA VIRTUELNG VOKSELA PRI UPOTREBI CT PODATAKA U MODELOVANJU TRAJEKTORIJE ČESTICE TEHNIKAMA MNTE KARLO	233
TEORIJA REFLEKSIJE RENDGENSKIH ZRAKA KORIŠĆENIH U INDUSTRIJI I MEDICINI.....	239
TOTALNI BROJNI ALBEDO NISKOENERGETSKIH FOTONA	245
NISKOENERGETSKA APROKSIMACIJA K-N-T FORMULE	249
O SREDNJEM KOSINUSU POLARNOG UGLA FOTONA REFLEKTOVANIH OD VODE	253
RADIOBIOLOGIJA	259
BIODOZIMETRIJSKI TEST U RUTINSKOJ PRAKSI PERIODIČNIH PREGLEDA	261
PREVREMENA CENTROMERNA SEGREGACIJA U LICA IZLOŽENIH JONIZUJUĆEM ZRAČENJU	267
EFEKAT JONIZUJUĆEG ZRAČENJA NA MODULACIJU PURINERGIČKE SIGNALIZACIJE U NERVNIM ČELIJAMA MOZGA PACOVA.....	273
KINETIKA REPERA DVOLANČANIH PREKIDA DNK U HUMNAIM FIBROBLASTIMA MERENA Γ -H2AX ANTITELOM	277
RADIOAKTIVNI OTPAD	281
UPRAVLJANJE RADIOAKTIVNIM OTPADOM U CENTRU ZA NUKLEARNE TEHNOLOGIJE I ISTRAŽIVANJA INSTITUTA VINČA	283
ISPITIVANJE MOGUĆNOSTI UPOTREBE SORBENTA KOŠTANOG POREKLA U IMOBILIZACIJI SR^{2+} JONA IZ VODENIH RASTVORA.....	289
DESORPCIJA JONA STRONCIJUMA SA HIDROKSIAPATITA: UTICAJ pH I KONCENTRACIJE KOMPETITIVNOG KATJONA.....	295
PRIPREMNE AKTIVNOSTI ZA UKLANJANJE ISLUŽENOG GORIVA I ZA DEKOMISIJU REAKTORA RA	299
MERNA INSTRUMENTACIJA	307
MEĐUNARODNE INTERKOMPARACIJE MERENJA IZOTOPSKOG SASTAVA URANA, PLUTONIJUMA I CEZIJUMA U RASTVORU AZOTNE KISELINE	309
МОГУЋНОСТИ И НЕСАВРШЕНОСТИ УПОТРЕБЕ ДОЗИМЕТРИЈСКЕ И КАЛИБРАЦИОНЕ ОПРЕМЕ У КЛАСИЧНОЈ РЕНДГЕН ДИЈАГНОСТИЦИ.....	313
MINIMALNA DETEKTIBILNA AKTIVNOST TORIJUMA U REŽIMU DVOSTRUKIH KOINCIDENCIJA NA SPEKTROMETRU PRIPJAT-2M.....	319
НЕКЕ МОГУЋНОСТИ УПОТРЕБЕ X-ФЛУОРЕСЦЕНЦИЈЕ У РУТИНСКОЈ КОНТРОЛИ КВАЛИТЕТА РЕНДГЕНСКИХ ДИЈАГНОСТИЧКИХ УРЕЂАЈА	325
PROŠIRENA MERNA NESIGURNOST GEIGER – MUELLER-OVOG BROJAČA	331
KARAKTERISTIKE STABILIZATORA NAPONA SA SERIJSKIM NPN TRANZISTOROM U POLJIMA FOTONA SREDNJE I VISOKE ENERGIJE	337
MEĐULABORATORIJSKO POREĐENJE ODREĐIVANJA AKTIVNOSTI GAMAEMITERA U FILTERU ZA VAZDUH.....	345
LIMITI DETEKCIJE RADIOAKTIVNIH IZVORA U OTPADNOM GVOŽĐU.....	351
KOMENTARI U VEZI IAEA-CU-2006-11 TESTA KOMPETENTNOSTI ODREĐIVANJA GAMA EMITERA U FILTER PAPIRU	357

UTICAJ GAMA I X ZRAČENJA NA IMPULSNU KARAKTERISTIKU NEKIH KOMERCIJALNIH GASNIH ODVODNIKA PRENAPONA	363
MOGUĆNOSTI MEREŃA RUČNIM MONITOROM ZA MEREŃE RAДИОАКТИВНОСТИ МКЦ-А03	367
REGULATIVA, EDUKACIJA I JAVNO INFORMISANJE	373
ZNAČAJ REFORME ORGANIZACIJE I RADA RADIOLOŠKIH KABINETA U NADLEŽNOSTI GRADA BEOGRADA SA ASPEKTA ZAŠTITE OD JONIZUJUĆEG ZRAČENJA	375
MESTO I ULOGA MEDICINSKE SESTRE-TEHNIČARA U VANREDNIM MEDICINSKIM PREGLEDIMA NAKON RADIOLOŠKIH INCIDENATA	385
ULOGA I NADLEŽNOST REGULATORNOG TELA PREMA NACRTU NOVOG ZAKONA O ZAŠTITI OD JONIZUJUĆIH ZRAČENJA I NUKLEARNOJ SIGURNOSTI	387
NEJONIZUJUĆA ZRAČENJA	391
NIVOI RF ZRAČENJA U OKOLINI GSM BAZNIH STANICA JAVNE MOBILNE TELEFONIJE U SRBIJI	393
SLOBODNE TEME	397
SPECIFIČNE SFERE PRIMENE IZVORA JONIZUJUĆIH ZRAČENJA I NEKE OD REALIZOVANIH METODA OD INTERESA ZA SLUŽBE CARINE I POLICIJE	399
SISTEMSKI ПРИЛАЗ ПРОЦЕНИ ПРЕТЊИ И ПРИПРЕМА НАЦИОНАЛНОГ СИСТЕМА БОРБЕ СА ИЛЕГАЛНИМ ПРОМЕТОМ НУКЛЕАРНИХ И/ИЛИ РАДИОАКТИВНИХ МАТЕРИЈАЛА (НУКЛЕАРНИ ОБЈЕКАТ – ТЕРИТОРИЈА – ГРАНИЦА)	405
ISPITIVANJE KAMENCA DOBIJENOG IZ VODE ZA RIĆE RENDGENSKOM DIFRAKCIONOM ANALIZOM PRAHA	409
JONIZUJUĆE ZRAČENJE I ZDRAVLJE ZAPOSLENIH	415
INDEX AUTORA	421
SADRŽAJ	427