

**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 Miloško 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

TEORIJA REFLEKSIJE RENDGENSKIH ZRAKA KORIŠĆENIH U INDUSTRIJI I MEDICINI

Dragomir DAVIDOVIĆ¹, Jovan VUKANIĆ¹, Dušan ARSENOVIĆ², Srbojlob
STANKOVIĆ¹

1) Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Beograd

2) Institut za fiziku, Zemun

SADRŽAJ

Analizirani su uslovi pod kojima se prolazak i refleksija rendgenskih zraka, korišćenih u industriji i medicini, mogu uz visoku tačnost tretirati kao transport čestica koje se mnogostruko rasejavaju, i to izotropno i bez gubitaka energije. Na jednostavan i fizički pregledan način izvedena je integralna jednačina koja opisuje refleksiju za taj slučaj, razjašnjen fizički smisao njenih pojedinih članova, kao i njena rešenja. Navedene su činjenice koje potvrđuju ovakav model transporta.

1. Uvodna razmatranja

Poboljšanje zaštite od jonizujućeg zračenja pri primeni u industriji i medicini, naročito u uslovima materijalne oskudice, može se postići samo ako se najpre produbi razumevanje mehanizma refleksije i prolaska rendgenskih zraka kroz materijal, posebno onaj sličan tkivu.

Sama priroda primene rendgenskog zračenja u pomenutim oblastima, ograničava energetski opseg rendgenskih zraka, tako da od mnoštva procesa do kojih može da dođe u međudelovanju fotona i supstancije, od značaja ostaju samo dva procesa i to: fotoefekat i Komptonovo rasejanje fotona.

Fotoefekat predstavlja proces apsorpcije gama kvanta atomom supstancije. Energija kvanta predaje se jednom od atomskih elektrona, najčešće sa unutrašnjih ljuski. Pri energijama kvanta manjim od 0,2 MeV-a presek za fotoefekt opada sa energijom kao $1/E^3$. Postoji obilje pouzdanih podataka za presek za fotoefekat, kako merenih tako i računatih.

U procesu međudelovanja sa elektronom, gama kvant se može rasejati na elektronu predavši mu deo svoje energije. Taj proces naziva se Komptonovim rasejanjem. Pošto je energija gama kvanta znatno veća od energije veze elektrona može se smatrati da elektron miruje. Pod tim pretpostavkama iz zakona o održanju energije i impulsa neposredno se dobija veza između ugla rasejanja i energije kvanta pre i posle sudara:

$$\alpha' = \frac{\alpha}{1 + \alpha(1 - \cos\theta)} \quad (1)$$

gde je α - energija upadnog kvanta, a α' - rasejanoga; obe izražene u jedinicama energije mirovanja elektrona $m_0c^2 = 0,511 \text{ MeV}$ (m_0 - masa mirovanja elektrona) tako da

je npr.: $\alpha = E/m_0c^2$. Iz formule (1) se vidi da se pri rasejanju kvanta napred ($\theta = 0$) njegova energija ne menja, $\alpha' = \alpha$. Energija rasejanog kvanta najmanja je pri rasejanju

unazad i iznosi $\alpha' = \frac{\alpha}{1 + 2\alpha}$ a kad je $\frac{E}{m_0c^2} \ll 1$ promena energije pri sudaru može se

zanemariti. Energija rasejanog kvanta nikad ne može biti jednaka nuli, što znači da slobodni elektron ne može apsorbovati foton.

Diferencijalni presek Komptonovog rasejanja dat je formulom Klajna-Nišine-Tama, koja se može napisati u obliku

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{r_0^2}{2} \left(\frac{\alpha'}{\alpha} \right)^2 \left[\frac{\alpha'}{\alpha} + \frac{\alpha}{\alpha'} + 2 \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\alpha'} \right) + \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\alpha'} \right)^2 \right] \quad (2)$$

gde je $r_0 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_0^2 c^2}$ - klasični poluprečnik elektrona. Očigledno je da se kad su α i

α' blizu, što je slučaj za male α , ovaj presek ne razlikuje mnogo od izotropnog.

Sve rečeno pokazuje da postoji oblast upadnih energija fotona u kojoj se Komptonovo rasejanje može smatrati izotropnim sa zanemarljivim gubicima energije. Pošto je pored toga za energije koje se koriste u medicinskoj fizici presek za fotoefekat u tkivu relativno nevelik, opravdano je modelovati proces transporta fotona u tim uslovima na sledeći način:

1. Fotoni mogu u materijalu biti apsorbovani. Apsorpcija se karakteriše presekom koji se može smatrati slabo zavisnim od energije.

2. Fotoni se mogu rasejati na elektronima, izotropno i sa zanemarljivim gubitkom energije. Elektroni u materijalu se karakterišu samo totalnim presekom za Komptonovo rasejanje.

3. Svi ostali procesi i precizniji opis fizičkog stanja materijala mogu se zanemariti.

Tačnom analitičkom tretmanu takvog modela posvećen je sledeći odeljak.

2. Refleksija fotona od poluprostora pri izotropnom rasejanju

Izvedimo integralnu jednačinu koju pod navedenim pretpostavkama zadovoljava koeficijent refleksije od beskonačnog poluprostora, koristeći fizičku argumentaciju.

U tom cilju razdelimo ceo materijalni poluprostor na infinitezimalno tanki ravanski sloj pri vrhu, toliko tanak da se u njemu dešava samo jedan ili ni jedan sudar fotona sa atomima supstancije. Pod tim uslovima imamo sledećih 5 mogućnosti:

1) Foton prolazi tanki sloj bez interakcije, odbija se od preostalog beskonačnog sloja i u povratku ponovo prolazi tanki sloj debljine Δz bez interakcije. Svemu tome odgovara verovatnoća

$$\left(1 - \frac{\Delta z}{\mu_0} n \sigma_T \right) R(\mu_0, \mu) \left(1 - \frac{\Delta z}{\mu} n \sigma_T \right) \quad (3)$$

gde su faktori napisani redom, kojim se u modelu taj proces i zamišlja i gde su μ_0 i μ

kosinusi upadnog odnosno izlaznog ugla, merenih od normale, a σ_T ukupni presek za slabljenje snopa po atomu, n gustina atoma, a $R(\mu_0, \mu)$ ugaona raspodela reflektovanih fotona.

2) Foton se odmah rasejava u tankom sloju i izlazi iz njega. Verovatnoća je

$$\frac{\Delta z}{\mu_0} \frac{\sigma_r}{4\pi} \cdot 2\pi n = \frac{\Delta z}{\mu_0} n \frac{\sigma_r}{2} \quad (4)$$

gde je σ_r totalni koeficijent rasejanja po atomu, delilac 4π potiče od pretpostavke o izotropnosti rasejanja, a 2π od integracije po azimutalnom uglu; n je gustina atoma.

3) Foton se pri ulasku rasejava i ide dalje u dubinu pa se odbija i izlazi bez novih rasejanja. Verovatnoća je

$$\frac{\Delta z}{\mu_0} n \frac{\sigma_r}{2} \int R(\mu_x, \mu) d\mu_x. \quad (5)$$

4) Foton pri upadu kroz tanki sloj prolazi slobodno, zatim se odbija i u povratku doživljava jedan sudar i izlazi iz poluprostora. Verovatnoća je sad

$$n \frac{\sigma_r}{2} \int R(\mu_0, \mu_y) \frac{\Delta z}{\mu_y} d\mu_y. \quad (6)$$

5) Foton prolazi slobodno kroz tanki sloj, odbija se, u povratku doživljava sudar u tankom sloju koji ga ponovo vraća u dubinu, odakle se odbija i izlazi iz poluprostora bez novih sudara. Verovatnoća je

$$\int R(\mu_0, \mu_y) \frac{\Delta z}{\mu_y} d\mu_y n \frac{\sigma_r}{2} \cdot \int R(\mu_x, \mu) d\mu_x. \quad (7)$$

To su svi mogući procesi linearni po Δz . Kada se ugaona raspodela izrazi kao njihov zbir, posle elementarnih transformacija dobija se integralna jednačina za $R(\mu_0, \mu)$ u obliku

$$R(\mu_0, \mu) = \frac{1}{2} \omega \frac{\mu}{\mu + \mu_0} \left[1 + \int R(\mu', \mu) d\mu' \right] \times \left[1 + \mu_0 \int \frac{R(\mu_0, \mu'')}{\mu''} d\mu'' \right] \quad (8)$$

Važno je podvući da karakteristike materijala ulaze u jednačinu (8) samo preko parametra

$$\omega = \frac{\sigma_r}{\sigma_T} = \frac{\sigma_r}{\sigma_r + \sigma_a}, \quad (9)$$

dakle preko odnosa ukupnog preseka za rasejanje σ_r i ukupnog preseka za slabljenje snopa σ_T , a ne pojedinačno od ovih preseka, što je obično slučaj u kinetičkim jednačinama.

Radi simetrizovanja integralne jednačine (1) uvedimo pomoćnu funkciju

$$S(\mu_0, \mu) = \frac{2\mu_0}{\omega} R(\mu_0, \mu). \quad (10)$$

Ulazeći sa $S(\mu_0, \mu)$ u jednačinu (8) dobijamo simetričnu integralnu jednačinu za $S(\mu_0, \mu)$:

$$\left(\frac{1}{\mu_0} + \frac{1}{\mu} \right) S(\mu_0, \mu) = \left[1 + \frac{\omega}{2} \int \frac{S(\mu', \mu)}{\mu'} d\mu' \right] \times \left[1 + \frac{\omega}{2} \int \frac{S(\mu_0, \mu'')}{\mu''} d\mu'' \right]. \quad (11)$$

Uvedimo sad funkciju

$$H(\omega, \mu) = 1 + \frac{\omega}{2} \int \frac{S(\mu', \mu)}{\mu'} d\mu', \quad (12)$$

i uđimo sa njome u (11). Dobijamo

$$S(\mu_0, \mu) = \frac{\mu_0 \mu}{\mu_0 + \mu} H(\omega, \mu_0) H(\omega, \mu). \quad (13)$$

Jednakost (13) predstavlja rešenje za funkciju $S(\mu_0, \mu)$ izraženo preko funkcije $H(\omega, \mu)$. Uvrščavanjem (13) u (12) pokazuje se da funkcija $H(\omega, \mu)$ zadovoljava integralnu jednačinu

$$H(\omega, \mu) = 1 + \frac{\omega}{2} \mu H(\omega, \mu) \int \frac{H(\omega, \mu')}{\mu + \mu'} d\mu'. \quad (14)$$

Rešenje integralne jednačine (14) je Čandrasekarova H -funkcija [1,2]. Ta funkcija je utabličena za različite vrednosti promenljive μ i parametra ω .

Kombinovanjem jednačine (13) i (10) dobijamo krajnje rešenje za ugaonu raspodelu reflektovanih fotona u analitičkom obliku izraženom preko H -funkcije:

$$R(\mu_0, \mu) = \frac{\omega}{2} \frac{\mu}{\mu + \mu_0} H(\omega, \mu_0) H(\omega, \mu). \quad (15)$$

Teorijski, izraz (15) uključuje mogućnost neograničenog broja sudara. Praktično, srednji broj sudara zavisi od parametra ω , čija vrednost leži u intervalu $0 \leq \omega \leq 1$. Za velike vrednosti parametra ω ($\omega \approx 1$), apsorpcija je mala i srednji broj sudara koje doživi foton u materijalu pre refleksije je veliki. Obrnuto, za $\omega \ll 1$, apsorpcija je velika, verovatnoća rasejanja fotona mala u odnosu na apsorpciju, i sva refleksija u suštini određena je jednostrukim sudarom. Taj slučaj $\omega \ll 1$ ne može po prirodi stvari da se javi u rendgenskoj praksi, jer bi u tom slučaju rendgenska slika predstavljala samo zacrnjenu površinu.

Detaljnija analiza pokazuje da se komplikovani izraz za ugaonu raspodelu može dobro da aproksimira kosinusnom raspodelom, i za normalni i za kosi upad snopa fotona u poluprstor

$$R(\mu_0, \mu) \approx 2R_N(\mu_0)\mu \quad (16)$$

gde je $R_N(\mu_0) = 1 - \sqrt{1 - \omega} H(\mu_0, \omega)$ koeficijent refleksije (ukupna verovatnoća refleksije integrirana preko svih upadnih uglova). Analiza raspoloživih eksperimentalnih podataka dobijenih u laboratoriji „Zaštita“ u Vinči potvrđuje kosinusnu aproksimaciju ugaone raspodele.

3. Literatura

[1] S. Chandrasekhar, Radiative Transfer, Dover, New York (1960).

[2] J. Kenneth Shultis, Richard E. Faw, Radiation Shielding, Prentice Hall PTR (1996).

ABSTRACT

**A THEORY OF THE REFLECTION OF ROENTGEN RAYS USED IN
INDUSTRY AND MEDICAL PHYSICS**

**Dragomir DAVIDOVIĆ¹, Jovan VUKANIĆ¹, Dušan ARSENOVIĆ², Srboľjub
STANKOVIĆ¹**

1) Vinca Institute for Nuclear sciences, Belgrade, Serbia

2) Institute of Physics, Zemun, Serbia

Conditions under which the penetration and reflections of Roentgen rays, used in industry and medical physics, can be treated with a high accuracy as a monoenergetic, multiple collision type of particle beam transport with isotropic scattering, are analysed. In a simple and physically transparent way the transport equation describing the reflection of X-rays, for this case, has been derived and the physical meaning of the separate terms of the equation have been discussed. The facts which confirm this physical picture are supplied.

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
PROCJENA 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
PROCJENA 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
KEMPELOV 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
МОГУЋНОСТИ МЕРЕЊА РУЧНИМ МОНИТОРОМ ЗА МЕРЕЊЕ РАДИОАКТИВНОСТИ 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
СИСТЕМСКИ 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 RIČE RENDGENSKOM DIFRAKCIONOM ANALIZOM PRAHA	409
JONIZUJUĆE ZRAČENJE I ZDRAVLJE ZAPOSLENIH	415
INDEX AUTORA.....	421
SADRŽAJ.....	427