

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



ЗБОРНИК РАДОВА

**XXVIII СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
Вршац
30. септембар - 2. октобар 2015. године**

**Београд
2015. године**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXVIII СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
30.09-2.10.2015.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“

Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Др Борислав Грубор

Уредник:

Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-135-1

© Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада: Гордана Пантелић, Јелена Станковић

Припрема завршена септембра 2015.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

502:504.5]:539.16(082)(0.034.2)

614.875/.876(082)(0.034.2)

539.16.04(082)(0.034.2)

539.1.074/.08(082)(0.034.2)

577.1:539.1(082)(0.034.2)

ДРУШТВО за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе (Београд). Симпозијум (28
; 2015 ; Вршац)

Зборник радова [Електронски извор] / XXVIII симпозијум ДЗЗСЦГ
[Друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе], Вршац, 30. септембар -
2. октобар 2015. ; [организатори Друштво за заштиту од зрачења Србије и
Црне Горе [и] Институт за нуклеарне науке Винча, Лабораторија за заштиту од
зрачења и заштиту животне средине Заштита ; уредник Гордана Пантелић]. -
Београд : Институт за нуклеарне науке "Винча" : Друштво за заштиту од
зрачења Србије и Црне Горе, 2015 (Београд ; Институт за нуклеарне науке
"Винча"). - 1 USB флеш меморија : текст ; 1 x 1 x 3 cm

Системски захтеви: Нису наведени. - Насл. са насловне стране документа. -
Радови на срп. и енгл. језику. - Текст ћир. и лат. - Тираж 100. -
Библиографија уз већину радова. - Abstracts. - Регистар.

ISBN 978-86-7306-135-1

а) Заштита од јонизујућег зрачења - Зборници б) Животна средина -
Загађење радиоактивним материјама - Зборници с) Радиоактивно зрачење -
Штетно дејство - Зборници д) Нејонизујуће зрачење - Штетно дејство -
Зборници е) Радиобиологија - Зборници ф) Дозиметри - Зборници

COBISS.SR-ID 217821452

SINTEZA NANOČESTIČNOG FLUOROAPATITA MIKROTALASNOM METODOM KAO POTENCIJALNOG SORBENTA JONA TEŠKIH METALA I RADIONUKLIDA

Vojislav STANIĆ¹, Borivoje ADNAĐEVIĆ², Dragoljub JOVANOVIĆ³, Bojana ZMEJKOVSKI⁴, Dušan B. TOPALOVIĆ^{5,1}, Vukosava ŽIVKOVIĆ-RADOVANOVIĆ⁶, Slavko SMILJANIĆ⁷

- 1) *Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine, Beograd, Srbija, voyo@vinca.rs*
- 2) *Univerzitet u Beogradu, Fakultet za fizičku hemiju, Beograd, Srbija*
- 3) *Univerzitet u Beogradu, Veterinarski fakultet, Beograd, Srbija*
- 4) *Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Beograd, Srbija*
- 5) *Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija*
- 6) *Univerzitet u Beogradu, Hemijski fakultet, Beograd, Srbija*
- 7) *Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina*

SADRŽAJ

Neorganski nanomaterijali na bazi apatita su potencijalno atraktivni kao sorbenti teških metala i radionukleotida. Nanočestični fluoroapatit je sintetizovan pomoću mikrotalasne metode. Karakterizacione studije XRD, SEM, EDS i FTIR su pokazale da su čestice uzoraka monofazne i nanometarske veličine.

1. Uvod

Zagađenje životne sredine teškim metalima je jedan od najvećih ekoloških problema u svetu. Prirodni i sintetički apatite pokazuju veliki afinitet prema sorpciji jona teških metala i radionuklida [1, 2]. Sorpcione osobine apatite zavise od njegovih fizičko-hemijskih svojstava: specifične površine, hemijskog sastava, veličine i morfologije čestica, kao i vrste jona teškog metala i eksperimentalnih uslova. Poznavanje sorpcionih svojstavaa patita od velike je važnosti za pronalaženja tehnoloških rešenja za njihovu imobilizaciju kao i za izučavanje procesa migracije jona metala u prirodi. S obzirom na potencijalnu primenu apatita, interesovanje za postupcima sinteze ovih materijala je u stalnom porastu. Fluoroapatit (FAP, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) je termodinamički najstabilniji i najmanje rastvorljiv od svih apatita [3]. Nanotehnologija se danas razvija velikom brzinom te se koristi u raznim oblastima nauke i tehnologije. Nanočestice zbog svojih malih dimenzija (<100nm) poseduju veću specifičnu površinu od makroskopskih čestica, koja daje veći broj atoma na granici faza odnosno veću hemijsku reaktivnost i bolja difuziona odnosno sorpciona svojstva [4, 5].

U ovom radu nanočestični fluorapatit je sintetizovan mikrotalasnom metodom. Prednost ove metode je kratko vreme trajanja hemijske reakcije, lako regulisanje uslova hemijske sinteze i mogućnost dobijanja čestica nanometarskih veličina.

2. Eksperimentalni deo

2.1. Sinteza fluoroapatita

Sve korišćene hemikalije za sintezu fluoroapatita su bile p. a. čistoće: $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (Appli Chem), NH_4OH (Merck), (25%) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (Merck), Brij 35 (Alfa Aesar) and NaF (VWR). Bidestilovana voda je korišćena u svim fazama sinteze fluoroapatita. Sinteza fluoroapatita je izvršena u mikrotalasnom reaktoru

(Discover, CEM Corporation, Matthews, North Carolina, USA) u izotermalnim uslovima (80 °C).

U vodeni rastvor 100 cm³ Brij 35 (3,2 g) i Ca(CH₃COO)₂·xH₂O (1,8 g) je dodato u kapima 50 cm³ rastvora (NH₄)₂HPO₄ (0,791 g) i NaF (0,084 g). Amonijačnim rastvorom je podešena pH reakcione smeše na 10. Reakcija je u mikrotalasnom reaktoru trajala 15 minuta. Dobijeni proizvod je proceden na vakuumu, ispran bidestilovanom vodom i ostavljen u sušnicima 105 °C preko noći da se osuši.

2.2. Metode karakterizacije uzoraka

Difraktogram uzorka je snimljena Philips PW-1050. Za analizu je upotrebljena K α linija Cu, pri naponu 20 kV i struje od 15 mA, na rendgenskoj cevi. Merenja su vršena u oblasti difrakcije 2 θ od 20° do 60°, sa korakom od 0,05° i vremenom ekspozicije 1s.

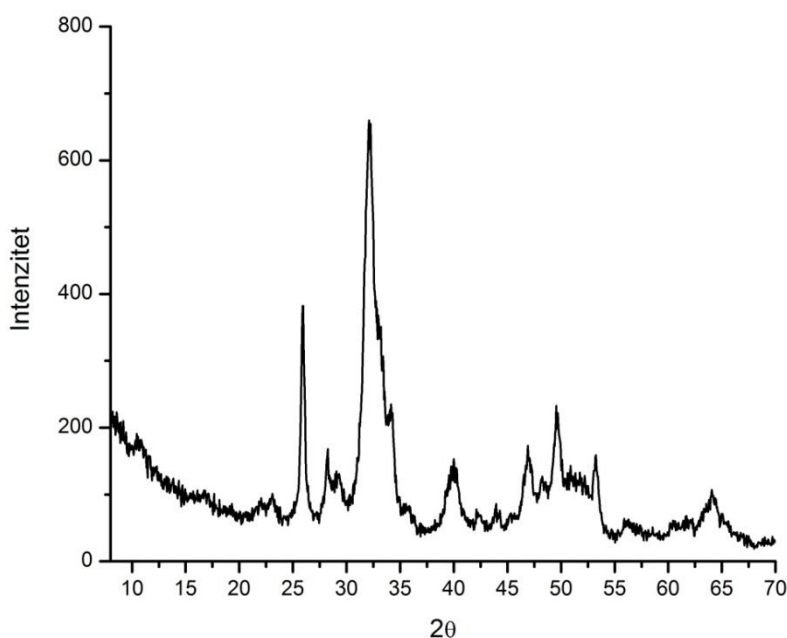
FTIR spektar uzorka je snimljen na Nicolet 6700 FTIR spektrofotometru, ATR tehnikom u opsegu 4000 - 400 cm⁻¹.

Morfološka karakterizacija uzorka je vršena na skenirajućem elektronskom mikroskopu (SEM) TESCAN Mira3 XMU, pri random naponu od 20 kV.

Semikvantitativni sastav uzorka (Ca, P i F) je određen EDS metodom (Energy Dispersive Spectrometry) pomoću uređaja Oxford Instruments QX-2000.

3. Rezultati i diskusija

Rendgenostrukturalna analiza je pokazala da sintetisani uzorak poseduje heksagonalnu strukturu, koja odgovara kristalnoj rešetki kalcijum fluoroapatita (ASTM kartica 15-0876). Dobijeni difraktogram poseduje široke pikove, što ukazuje da je uzorak fluoroapatita slabo kristaliničan i da su dobijene čestice nanometarskih dimenzija.

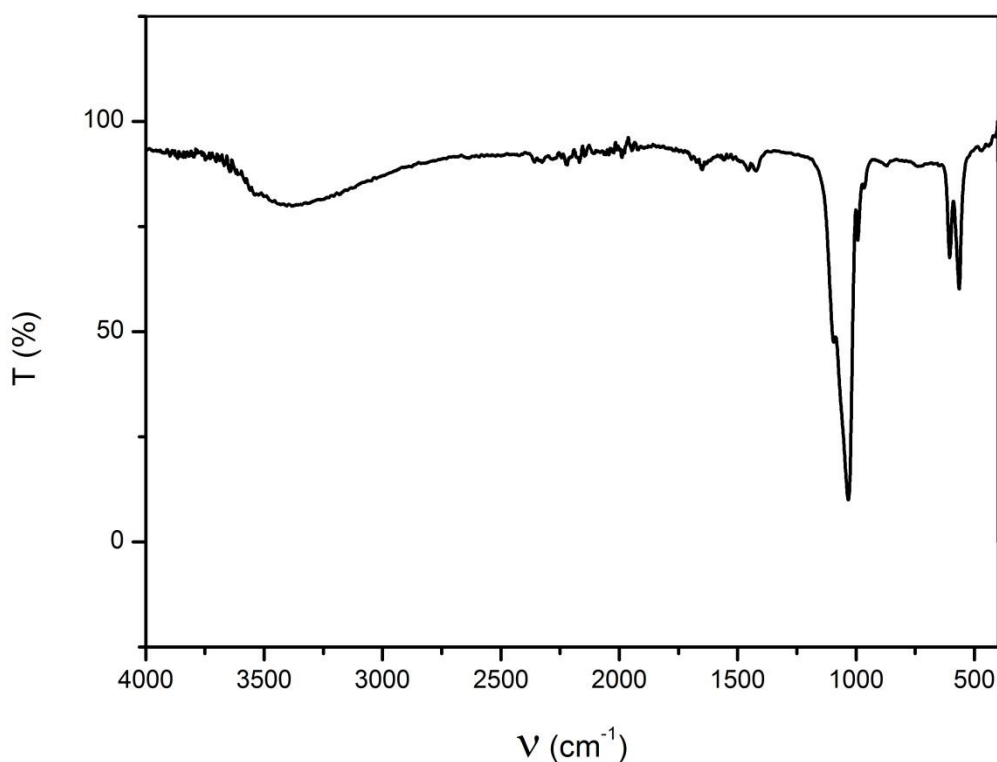


Slika 1. XRD difraktogram sintetisanog fluorapatita

Semikvantitativna elementalna analiza uzorka je pokazala da je molni odnos [Ca]/[P]=1,64, nešto manji od stehiometrijskog. Stehiometrijski fluoroapatitima Ca/P

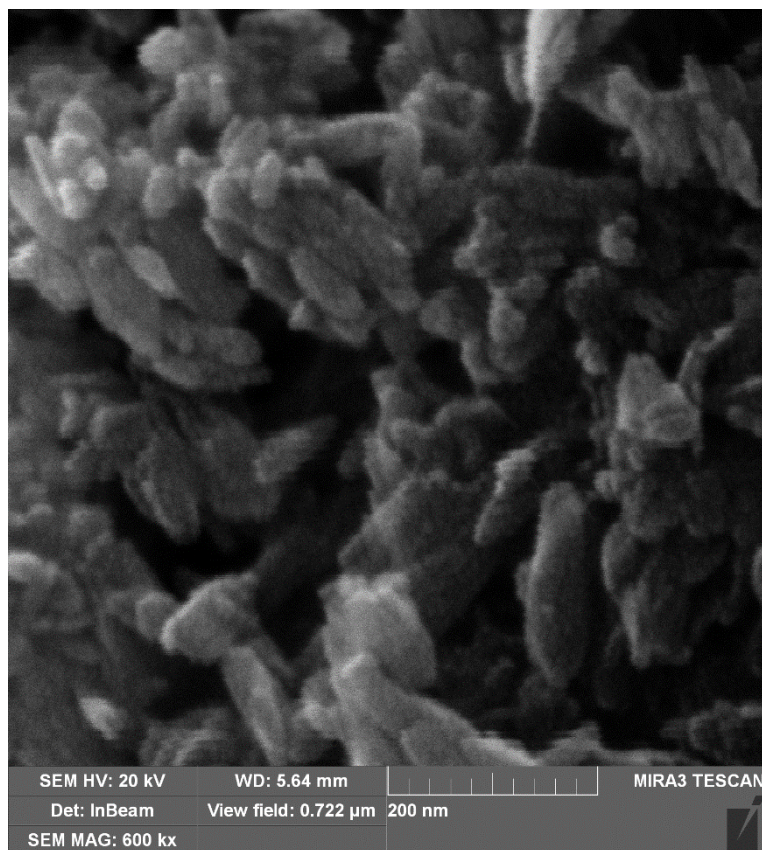
odnos 1,67. Sadržaj fluoridnih jona je bio 87% od početne vrednosti. U baznim uslovima sinteze fluoroapatita ne dolazi do potpuneu gradnje fluoridnih jona zbog konkurentne reakcije sa hidroksilnim jonima.

Odgovarajući FTIR spektar sintetisanog uzorka prikazan je na Slici 2. FTIR spektar sintetisanog fluoroapatita sadrži karakteristične apsorpcione trake koje potiču oda dsorbovane vode, fosfatnih i karbonatnih grupa. Apsorpcione trake karakteristične za PO_4^{3-} grupu nalaze se naoko 1092 cm^{-1} , 1040 cm^{-1} , 962 cm^{-1} , 601 cm^{-1} i 471 cm^{-1} . Traka slabog intenziteta nao ko 1410 cm^{-1} odgovara vibracijama CO_3^{2-} grupe. Na osnovu slabog intenziteta ovih traka, može se pretpostaviti da je količina karbonatnih jona veoma mala u uzorku. Široke trake u opsegu od 2500 cm^{-1} do 3700 cm^{-1} i traka slabog intenziteta na oko 1642 cm^{-1} potiču od vibracija adsorbovanih molekula vode. Traka slabog intenziteta na 3572 cm^{-1} potiče od hidroksilnih grupa



Slika 2. FTIR spektar sintetisanog uzoraka

SEM mikrografija sintetisanog uzoraka je prikazana na Slici 3. Sa mikrografije se može uočiti da je uzorak homogen i da su prisutne nanometarske čestice, sličnih morfoloških karakteristika: nepravilnog cilindričnog oblika i neujednačene veličine. Prosečna dužina čestica iznosi oko 65 nm a širina oko 7 nm.



Slika 3. SEM mikrografija uzoraka fluoroapatita

4. Zaključak

U ovom radu, nanostrukturalne čestice fluoroapatita su sintetizovane mikrotalasnom metodom na sobnoj temperaturi. Dobijeni prah poseduje kristalnu strukturu, koja odgovara rešetki čistog fluoroapatita. Dobijene čestice su nepravilnog cilindričnog oblika i neujednačene veličine, prosečne dužine oko 65 nm i širine oko 7 nm. Dobijeni nanočestični prah fluoroapatita može se primeniti kao material za imobilizaciju jona teških metala prilikom tretmana zagađene vode i zemljišta.

Literatura

- [1] I. Smičiklas, A. Onjia, S. Raičević, Đ. Janačković, M. Mitrić, Factors influencing the removal of divalent cations by hydroxyapatite, *J. Hazard. Mater.* 152 (2008) 876–884.
- [2] S.D. Raicevic, T.S. Kaludjerovic-Radoicic, A.I. Zouboulis, In situ stabilization of toxic metals in polluted soils using phosphates: theoretical prediction and experimental verification, *J. Hazard.Mater.* 117 (2005) 41–53.
- [3] S.V. Dorozhkin, Calcium orthophosphates, *J. Mater. Sci.* 42 (2007)1061–1095.
- [4] [Z. Zhang](#), [M. Li](#), [W. Chen](#), [S. Zhu](#), [N. Liu](#), [L. Zhu](#). Immobilization of lead and cadmium from aqueous solution and contaminated sediment using nano-hydroxyapatite. *Environ. Pollut.*2010, (158) 514–519.
- [5] [I. Mobasherpour](#), [E. Salahi](#), [M. Pazouki](#), Removal of divalent cadmium cations by means of synthetic nano crystallite hydroxyapatite, *Desalination.* 266 (2011) 142–148.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru projekta III43009.

SYNTHESIS OF FLUORAPATITE NANOPARTICLES BY MICROWAVE METHOD AS A POTENTIAL SORBENT OF HEAVY METAL IONS AND RADIONUCLIDES

Vojislav STANIĆ¹, Borivoje ADNAĐEVIĆ², Dragoljub JOVANOVIĆ³, Bojana ZMEJKOVSKI⁴, Dušan B. TOPALOVIĆ^{5,1}, Vukosava ŽIVKOVIĆ-RADOVANOVIĆ⁶, Slavko SMILJANIĆ⁷

1) *University of Belgrade, Vinča Institute of Nuclear Sciences, Mike Petrovića Alasa 12–14, 11000 Belgrade, Serbia, voyo@vinca.rs*

2) *University of Belgrade, Faculty of Physical Chemistry, Studentski trg 12-16, 11001 Belgrade, Serbia*

3) *University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Belgrade, Serbia*

4) *University of Belgrade, Department of Chemistry, Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, Studentski Trg 12-16, 11000 Belgrade, Serbia*

5) *University of Belgrade, School of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia*

6) *University of Belgrade, Faculty of Chemistry, P.O. Box 51, 11158 Belgrade, Serbia*

7) *University of East Sarajevo, Faculty of Technology, Karakaj bb, 75400 Zvornik, Bosnia and Herzegovina*

Abstract

Inorganic nanomaterials based on fluorapatite are potentially attractive if used as sorbents for numerous heavy metals and radionuclides. The synthesis of fluorapatite nanoparticles was done by microwave method. Characterization studies from XRD, SEM, EDS and FTIR spectra showed that particles of the sample are of nano size and they do not contain any discernible crystalline impurity.

САДРЖАЈ

ОПШТИ ПРОБЛЕМИ ЗАШТИТЕ ОД ЗРАЧЕЊА.....	1
DIGITAL SOCIETY INNOVATION AND OPEN PARTICIPATORY POLICY IN THE RADIATION PROTECTION: BIG THINKING.....	2
РАДИОЕКОЛОГИЈА И ИЗЛАГАЊЕ СТАНОВНИШТВА.....	11
МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОСТИ И ПРОЦЕНА ДОЗЕ У ОКОЛИНИ НУКЛЕАРНЕ ЕЛЕКТРАНЕ ФУКУШИМА ТРИ ГОДИНЕ НАКОН АКЦИДЕНТА	12
ANALIZA DINAMIKE SPECIFIČNE AKTIVNOSTI BERILIJUMA-7 U POVRŠINSKOM SLOJU ATMOSFERE.....	20
KORELACIJA IZMEĐU SPECIFIČNE AKTIVNOSTI ⁷ BE U AEROSOLIMA I UKUPNOM DEPOZITU I METEOROLOŠKIH INDEKSA NAO, EA, EAWR I SCA	28
BERILIJUM-7 I VISINA TROPOPAUZE: ANALIZA KORELACIJA PO ROJASEVIMA GEOGRAFSKE ŠIRINE.....	35
ЗАВИСНОСТ АТМОСФЕРСКЕ ДЕПОЗИЦИЈЕ ⁷ ВЕ И ²¹⁰ РВ ОД ПАДАВИНА МЕРЕНА УЗ ПОМОЋ БИОМОНИТОРА	43
УТИЦАЈ ВЕГЕТАЦИЈЕ НА АТМОСФЕРСКУ ДЕПОЗИЦИЈУ РАДИОНУКЛИДА.....	47
PROVERA MATEMATIČKIH MODELA ZA ATMOSFERSKU DISPERZIJU U OKVIRU IAEA PROGRAMA MODARIA	53
РАДИОНУКЛИДИ ТЕРЕСТРИЧНОГ И КОСМОГЕНОГ ПОРЕКЛА У РАЗЛИЧИТИМ УЗОРЦИМА БИЉАКА СА ПОДРУЧЈА КОСОВА И МЕТОХИЈЕ.....	63
RASPODELA UKUPNE BETA I SPECIFIČNE AKTIVNOSTI ⁴⁰ K U VEGETATIVNIM I GENERATIVNIM ORGANIMA KUKURUZA	70
PROCENA VREMENA POLUŽIVOTA ¹³⁷ CS U PEČURKAMA I MAHOVINAMA SRBIJE	75
АРОНИЈА – ТЕРМАЛНЕ И РАДИОАКТИВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ.....	81
RADIOAKTIVNOST VITAMINSKO –MINERALNIH DODATAKA ZA STOČNU HRANU U 2014. GODINI.....	88
RADIOLOŠKA ANALIZA UZORAKA PODZEMNIH VODA DONJE ŽUPE, ALEKSANDROVAC, SRBIJA: SADRŽAJ RADIONUKLIDA I PROCENA RIZIKA.....	92
РАДИОАКТИВНОСТ РЕЧНИХ ВОДА И СЕДИМЕНАТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ У 2012. ГОДИНИ, ДУЖ ТРАСЕ ГАСОВОДА "ЈУЖНИ ТОК".....	99
ODREĐIVANJE STAROSTI I POREKLA PODZEMNIH VODA SA TERITORIJE VOJVODINE	108
ОПТИМИЗАЦИЈА МЕТОДЕ ЗА ИСПИТИВАЊЕ ⁹⁰ SR У ВОДИ И МЛЕКУ ДЕТЕКЦИЈОМ ČERENKOVЛJEVOG ZRAČENJA.....	115

ОДРЕЂИВАЊЕ СПЕЦИФИЧНЕ АКТИВНОСТИ ВЕШТАЧКИХ РАДИОНУКЛИДА У УЗОРЦИМА МЛЕКА СА ТЕРИТОРИЈЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ У 2014. ГОДИНИ.....	120
KONCENTRACIJE ČETIRI RADIONUKLIDA I ČETIRI METALA U MIŠIĆU <i>LIZA RAMADA</i>	125
RADIOAKTIVNOST LEKOVITOG VLATA U BANJAMA SRBIJE.....	130
RADIOAKTIVNOST ZEMLJIŠTA NA TERITORIJI GRADA KRAGUJEVCA.....	134
ПРОСТОРНА И ПРОФИЛНА РАСПОДЕЛА РАДИОНУКЛИДА У ТЛУ НА НЕКИМ ЛОКАЦИЈАМА НА КОСОВУ И МЕТОХИЈИ.....	142
²³⁸ U I TEŠKI METALI U ZEMLJIŠTU NIKŠIĆA, CRNA GORA	148
ANALIZA RADIOAKTIVNOSTI MATERIJALA SA VULKANA ETNA SICILIJA.....	155
KONTAMINACIJA VAZDUHA USLED RESUSPENZIJE RADIONUKLIDA IZ ZEMLJIŠTA.....	160
СИСТЕМАТСКО ИСПИТИВАЊЕ САДРЖАЈА РАДИОНУКЛИДА У ГРАЂЕВИНСКОМ МАТЕРИЈАЛУ У ТОКУ 2014.ГОДИНЕ	165
RADON MEASUREMENTS AS PART OF SLOVENIAN NATIONAL PROGRAM OF SYSTEMATIC INVESTIGATION OF NATURAL RADIATION IN WORKING AND LIVING ENVIRONMENTS.....	181
PREGLED MERENJA KONCENTRACIJE RADONA INSTITUTA ZA MEDICINU RADA SRBIJE „DR DRAGOMIR KARAJOVIĆ“.....	186
ISTRAŽIVANJE KONCENTRACIJE RADONA I TORONA U PRIVATNIM KUĆAMA NA TERITORIJI GRADA KRUŠEVCA.....	193
SEZONSKE VARIJACIJE KONCENTRACIJA RADONA U RURALNIM DELOVIMA SRBIJE.....	199
MERENJE KONCENTRACIJE RADONA I PROCENA IZLOŽENOSTI U BOGOVINSKOJ PEĆINI	207
РЕЗУЛТАТИ НАЦИОНАЛНОГ МЕЂУЛАБОРАТОРИЈСКОГ ПОРЕЂЕЊА У МЕРЕЊУ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ РАДОНА У ВАЗДУХУ ЗАТВОРЕНИХ ПРОСТОРИЈА БЕОГРАД-НОВИ САД 2015.ГОДИНЕ.....	212
КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА У ОБЛАСТИ ИСПИТИВАЊА РАДОНА У АКРЕДИТОВАНИМ ЛАБОРАТОРИЈАМА.....	222
OPRAVDANOST KORIŠĆENJA EPA KRIVIH ZA KOREKCIJU NA RELATIVNU VLAŽNOST VAZDUHA KOD MERENJA RADONA POMOĆU UGLJENIH FILTERA	234
KORELACIJA IZMEĐU RADONA U ZATVORENIM PROSTORIJAMA I SADRŽAJA RADIJUMA U ZEMLJIŠTU NA KOSOVU I METOHIJI.....	241
КОРЕЛАЦИЈА ВАРИЈАЦИЈА ФОНА ГАМА ЗРАЧЕЊА И РАДОНА У НИСКОФОНСКОЈ ПОДЗЕМНОЈ ЛАБОРАТОРИЈИ У БЕОГРАДУ	248
KORELACIONA I REGRESIONA ANALIZA VARIJABILNOSTI RADONA PRIMENOM MULTIVARIJANTNIH METODA	254

DIFFERENT TECHNIQUES FOR ²²² Rn DETERMINATION IN DRINKING WATERS.....	260
ЗАШТИТА ОД ЗРАЧЕЊА У МЕДИЦИНИ	267
PERIFERNE DOZE U RADIOTERAPIJI – PRIKAZ AKTIVNOSTI RADNE GRUPE 9 EURADOS-A.....	268
PROCENA IZLAGANJA RADIOLOŠKOG OSOBLJA U DOMOVIMA ZDRAVLJA.....	277
DIJAGNOSTIČKA RADIOGRAFSKA SNIMANJA TRUDNICA- ANALIZA RAZLOGA I SIGURNOSTI.....	283
PRENATALNA IZLAGANJA U DIJAGNOSTIČKOJ RADIOLOGIJI.....	293
PRELIMINARNA ISPITIVANJA NIVOVA DOZE ZA PACIJENTE U INTRAORALNOJ STOMATOLOŠKOJ RADIOLOGIJI U REPUBLICI SRBIJI.....	301
PROCENA DOZE ZA OČNO SOČIVO KARDIOLOGA U INTERVENTIM PROCEDURAMA NA OSNOVU DOZE ZA CELO TELO	307
ДОЗИМЕТРИЈА.....	311
PROCJENA PACIJENTNE IZLOŽENOSTI U DIJAGNOSTIČKOJ RADIOLOŠKOJ PRAKSI CRNE GORE	312
ДОЗИМЕТРИЈСКЕ ВЕЛИЧИНЕ У ЗАШТИТИ ОД ЗРАЧЕЊА-ШТА МЕРИМО	317
РЕЗУЛТАТИ ИНТЕРКОМПАРАЦИЈЕ СЕРВИСА ЗА ЛИЧНУ ДОЗИМЕТРИЈУ.....	323
РЕЗУЛТАТИ ПРВЕ ИНТЕРКОМПАРАЦИЈЕ ПАСИВНИХ ДОЗИМЕТАРА ЗА ОЧНО СОЧИВО.....	328
КОНВЕРЗИОНИ КОЕФИЦИЈЕНТИ КЕРМЕ У ВАЗДУХУ У Н _p (3) ЗА ОДАБРАНЕ СТАНДАРДНЕ КВАЛИТЕТЕ СНОПА Х-ЗРАЧЕЊА.....	334
DOZNI PROFILI REFERENTNIH SNOPOVA X ZRAČENJA.....	340
ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA RENDGEN-APARATA KOJI SE KORISTE U VETERINARSKOJ RADIOLOGIJI U SRBIJI.....	344
БИОЛОШКИ ЕФЕКТИ ЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА	348
ZDRAVSTVENI NADZOR NAD LICIMA PROFESIONALNO IZLOŽENIM IZVORIMA JONIZUJUĆIH ZRAČENJA U MEDICINSKOJ I INDUSTRIJSKOJ PRIMENI.....	349
OCENA RADNE SPOSOBNOSTI PROFESIONALNO IZLOŽENIH LICA JONIZUJUĆIM ZRAČENJIMA OBOLELIH OD KATARAKTE.....	355
FENOMEN PREVREMENE SEGREGACIJE CENTROMERA U LIMFOCITIMA PERIFERNE KRVI KOD LICA PROFESIONALNO IZLOŽENIH MALIM DOZAMA ZRAČENJA.....	361
UČESTALOST MIKRONUKLEUSA U LIMFOCITIMA PERIFERNE KRVI OPŠTE POPULACIJE NA TERITORIJI SRBIJE: REZULTATI CITOGENETIČKE BIOMONITORING STUDIJE.....	369
VALUES OF MICRONUCLEI AND 8-HYDROXY-2'-DEOXYGUANOSINE IN HOSPITAL WORKERS OCCUPATIONALLY EXPOSED TO IONIZING RADIATION.....	377

РАДИОАКТИВНИ ОТПАД И ДЕКОНТАМИНАЦИЈА	378
COMPARATIVE STUDY OF JAPANAISE AND SERBIAN BENTONITE IN	379
OPTIMIZACIJA HEMIJSKOG SASTAVA RASTVORA ZA SIMULTANU EKSTRAKCIJU JONA CO ²⁺ I SR ²⁺ IZ KONTAMINIRANOG ZEMLJIŠTA.....	387
MATHEMATICAL MODELLING OF IMMOBILIZATION OF RADIONUCLIDES ¹³⁷ CS AND ⁶⁰ CO IN CONCRETE MATRIX	393
SINTEZA NANOČESTIČNOG FLUOROAPATITA MIKROTALASNOM METODOM KAO POTENCIJALNOG SORBENTA JONA TEŠKIH METALA I RADIONUKLIDA	400
REMEDIJACIJA ZEMLJIŠTA KONTAMINIRANOG RADIOAKTIVNIM STRONCIJUMOM METODAMA HEMIJSKE EKSTRAKCIJE I HEMIJSKE STABILIZACIJE	405
РЕГУЛАТИВА, ЕДУКАЦИЈА И ЈАВНО ИНФОРМИСАЊЕ	413
MOGUĆNOSTI ZA POBOLJŠANJE POSTOJEĆE ZAKONSKE REGULATIVE U OBLASTI ZAŠTITE OD ZRAČENJA U REPUBLICI SRBIJI	414
ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY MONITORING IN SERBIAN REGULATIONS	418
POTREBA ZA UVOĐENJEM KONTROLE KVALITETA I OSIGURANJA KVALITETA U BRANITERAPIJI	424
МЕТОДЕ ДЕТЕКЦИЈЕ И МЕРНА ИНСТРУМЕНТАЦИЈА.....	428
ОДРЕЂИВАЊЕ НАЈПОГОДНИЈЕ ГЕОМЕТРИЈЕ УЗОРКА ИЗ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ЗА NaI(Tl) ДЕТЕКТОР ОБЛИКА ЈАМЕ	429
НЕКЕ PREDNOSTI VELIKOG NaI ДЕТЕКТОРА ОБЛИКА ЈАМЕ U MERENJU NISKIH AKTIVNOSTI ⁷ Be U UZORCIMA BIOMONITORA	434
ЗАВИСНОСТ ЕФИКАСНОСТИ NaI(Tl) ДЕТЕКТОРА ОБЛИКА ЈАМЕ ОД ПОЛОЖАЈА ИЗВОРА	440
МЕРЕЊЕ ПРИРОДНЕ РАДИОАКТИВНОСТИ NaI(Tl) ДЕТЕКТОРОМ КАЛИБРИСАНИМ GEANT4 СИМУЛАЦИЈАМА	445
ODREĐIVANJE KRIVE EFIKASNOSTI PRENOSNOG HPGe ДЕТЕКТОРА ЗА ТАЧКАСТИ IZVOR ZRAČENJA EKSPERIMENTALNO I MCNP-X SIMULACIJOM.....	449
EKSPERIMENTALNA KALIBRACIJA HPGe ДЕТЕКТОРА ЗА MERENJE UZORAKA IZ ŽIVOTNE SREDINE.....	456
PRIMENA SOFTVERA EFFTRAN U ANALIZI SPECIFIČNIH AKTIVNOSTI UZORAKA UGLJA, ŠLJAKE I PEPELA IZ TERMoeLEKTRANA.....	464
UTICAJ NAČINA PRIPREME, DUŽINE MERENJA I KALIBRACIJE ДЕТЕКТОРА NA ODREĐIVANJE SPECIFIČNE AKTIVNOSTI RADIONUKLIDA U UZORCIMA MINERALNIH ĐUBRIVA	470
ANALIZA UTICAJA MATRICE UZORKA NA EFIKASNOST ДЕТЕКЦИЈЕ HPGe ДЕТЕКТОРА ПОМОЋУ MONTE-KARLO SIMULACIJA	475

МОНТЕ КАРЛО СИМУЛАЦИЈА КРЕИРАЊА КОСМОГЕНИХ РАДИОНУКЛИДА У ЛЕСУ	481
GAMASPEKTROMETRIJSKO ODREĐIVANJE RADIONUKLIDA U UZORKU AEROSOLA ZA POTREBE MEĐULABORATORIJSKOG POREĐENJA.....	487
MEĐUNARODNA INTERKOMPARACIJA ANALIZE SPEKTRA GAMA ZRAČENJA.....	492
УПОРЕЂЕЊЕ АКТИВНОСТИ УЗОРАКА ИЗ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ МЕРЕНИХ HPGe И NaI(Tl) ДЕТЕКТОРИМА.....	497
VERIFIKACIJA METODE GAMA SPEKTROMETRIJE.....	502
ANALIZA MOGUĆNOSTI SPEKTROMETRIJE NEUTRONA PADC DETEKTOROM.....	511
PROCENA PRISUSTVA NEUTRONA U NISKOFONSKIM Ge-SPEKTROMETRIJSKIM SISTEMIMA BAZIRANA NA DETEKCIJI GAMA PIKA ENERGIJE OD 595.5 keV.....	518
DVOSTRUKE KOINCIDENCIJE GAMA ZRAKA IZ RASPADA ¹⁵² Eu – POČETNA ISTRAŽIVANJA NA SPEKTROMETRU PRIPJAT	526
ODREĐIVANJE ENERGETSKOG ODZIVA MTS-N (LIF:Mg,Ti) TERMOLUMINESCENTNIH DETEKTORA MONTE KARLO SIMULACIJOM U X I GAMA POLJU ZRAČENJA	532
DIGITALNI MERAČ RADIOAKTIVNOG ZRAČENJA DMRZ-M15.....	537
ISPITIVANJE ENERGETSKE ZAVISNOSTI ENERGETSKI NEKOMPENZOVANIH I KOMPENZOVANIH GAJGER MILEROVIH CEVI	543
ГЛЕДАЊЕ У КУГЛУ-25 ГОДИНА ПОСЛЕ	548
DETERMINATION OF BIOGENIC FRACTION IN USED CAR TYRES AND IN LIQUID FUELS BY ¹⁴ C METHOD	555
WIRELESS SENSOR NETWORK USING CLOUD COMPUTING FOR RADIATION AND POLLUTION MONITORING: PROPOSAL FOR INNOVATIVE PILOT PROJECT.....	563
INTERKOMPARACIJE KAO VAŽAN ELEMENT OSIGURANJA KVALITETA U METROLOGIJI JONIZUJUĆEG ZRAČENJA.....	572
ОДРЕЂИВАЊЕ ТЕМПЕРАТУРСКОГ ПРОФИЛА АТМОСФЕРЕ МЕРЕЊЕМ ИНТЕНЗИТЕТА КОСМИЧКОГ ЗРАЧЕЊА НА ПОВРШИНИ ЗЕМЉЕ.....	577
AUTOMATSKA OBRADA PODATAKA KOSMIKE I EVALUACIJA KONCENTRACIJE RADONA NA INTERNET (WEB) SERVERU	584
KORIŠĆENJE MOBILNOG TELEFONA ZA TESTIRANJE I OPTIMIZACIJU LABORATORIJSKIH MERENJA FOTOMULTIPLIKATORIMA	589
THE ORIGINAL SOFTWARE FOR MONITORING MEASUREMENT DATA FROM THE INSTRUMENT VICTOREEN 451P VIA INTERNET.....	594
DIFRAKCIONE SLIKE NA KONUSNIM I SFERNIM OBJEKTIMA	602
НЕЈОНИЗУЈУЋА ЗРАЧЕЊА	608
KARAKTERIZACIJA IZVORA UV ZRAČENJA.....	609

ИНДЕКС АУТОРА.....	614
САДРЖАЈ.....	618