

Факултет: Рударско-геолошки

(Број захтева)

(Датум)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научних области коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду („ Гласник Универзитета“, бр. 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата

Мр Маје (Јован) Кокунешоске, дипл. инж. технологије
(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ

Мр Маја (Јован) Кокунешоски, дипл. инж. технологије
(име, име једног од родитеља и презиме)

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА МЕЗОПОРОЗНИХ СИЛИКАТНИХ И УГЉЕНИЧНИХ МАТЕРИЈАЛА И ЊИХОВА
ПРИМЕНА У АДОРПЦИЈИ ОРГАНСКИХ ЗАГАЂИВАЧА“ Из научне области: Геологија

Универзитет је дана 20.11.2009.* својим актом под бр. Број: 612-25/193/09 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА МЕЗОПОРОЗНИХ СИЛИКАТНИХ И УГЉЕНИЧНИХ МАТЕРИЈАЛА И ЊИХОВА ПРИМЕНА У АДОРПЦИЈИ ОРГАНСКИХ ЗАГАЂИВАЧА“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата

мр Маје (Јован) Кокунешоске, дипл. инж. технологије
(име, име једног од родитеља и презиме)

образovana je na sednici odrzanoj 23.06.2011., odlukom fakulteta pod br. 1/128, u sastavu:

Име и презиме члана комисије

Звање

научна област

1. др Миховил Логар, ред. проф.

Геологија

2. др Љиљана Јакшић, ред. проф.

Хемија

3. др Биљана Бабић, виши научни сарадник Института за нуклеарне науке Винча

Хемијска технологија

4.

5

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 22.09.2011.

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом

1. Извештај коментисаје са предлогом
2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја

3. Примедбе date у току стављања извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедба било.

ДЕКАН
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Владица Цветковић

Бр. 1/150
27. 09. 2011 год.
БЕОГРАД, Ђушина бр. 7

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 22.09.2011. године, сходно члану 175. став 4. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, донело је

ОДЛУКУ

1. Усваја се извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације **мр Маје Кокунешоски**, дипл. инж. технологије, под насловом „Синтеза и карактеризација мезопорозних силикатних и угљеничних материјала и њихова примена у адсорпцији органских загађивача“, на који није било примедба.
2. Универзитет у Београду је дана 20.11.2009. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.
3. Именована ће бранити докторску дисертацију пред комисијом у саставу: др Миховил Логар, ред. проф.; др Љиљана Јакшић, ред. проф.; др Биљана Бабић, виши научни сарадник Института за нуклеарне науке „Винча“, Београд.
4. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности од Већа научних области техничких наука.
5. О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.



ДЕКАН

др Владица Цветковић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Комисији
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ-
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
11120 Београд 35, Ђушина 7, п.п. 35-62
Тел: (011) 3219-100,
Факс: (011) 3235-539



UNIVERSITY OF BELGRADE,
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Republic of Serbia, Belgrade, Djusina 7
Phone: (381 11) 3219-100,
Fax: (381 11) 3235-539

ПРИЈЕМ: 30.08.2011.			
Орг. Јед.	Број	Примљ.	Сведок
03	1/138		

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ РУДАРСКО-ГЕОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

ВЕЋУ ГЕОЛОШКОГ ОДСЕКА РУДАРСКО-ГЕОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На седници Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета у Београду од 23.06.2011. године, именовани смо за чланове Комисије за давање мишљења о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Маје Кокунешоски, под насловом: „Синтеза и карактеризација мезопорозних силикатних и угљеничних материјала и њихова примена у адсорпцији органских загађивача“.

На основу прегледа дисертације коју је кандидат поднео, Комисија у саставу: др Миховил Логар, редовни професор, др Љиљана Јакшић, редовни професор и др Биљана Бабић, научни сарадник Института за нуклеарне науке "Винча" у Београду, подноси

ИЗВЕШТАЈ О УРАЂЕНОЈ ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

1. УВОД

-Наслов и обим дисертације

Наслов докторске дисертације је: „Синтеза и карактеризација мезопорозних силикатних и угљеничних материјала и њихова примена у адсорпцији органских загађивача“. Дисертација је написана на 108 страна и садржи 22 слике, 36 дијаграма, 7 табела као и 217 литературних навода, а садржи и кратке изводе на српском и на енглеском језику.

-Хронологија одобравања и израде дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета у Београду на седници од 18.06.2009. године, за давање мишљења о научној заснованости предложене теме докторске дисертације мр Маје Кокунешоски, дипл. инг. технологије под насловом: „Синтеза и карактеризација мезопорозних силикатних и угљеничних материјала,“ именована је комисија у саставу:

1. Др Миховил Логар, ред. проф.
2. Др Љиљана Јакшић, ред. проф.
3. Др Биљана Бабић, научни сарадник Института за нуклеарне науке "Винча" у Београду

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета у Београду, на седници од 22.10.2009. године, усвојило је извештај Комисије о прихватању теме докторске дисертације и донело одлуку да одобри предложену тему докторске дисертације мр Маје Кокунешоски под насловом: „Синтеза и карактеризација мезопорозних силикатних и угљеничних материјала и њихова примена у адсорпцији органских загађивача“. За ментора одређен је др Миховил Логар.

Одлуком Универзитета од 24.11.2009. године, Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације мр Маје Кокунешоски под насловом: „Синтеза и карактеризација мезопорозних силикатних и угљеничних материјала и њихова примена у адсорпцији органских загађивача“.

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета у Београду на седници од 23.06.2011. године, именовани су чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Маје Кокунешоски под називом „Синтеза и карактеризација мезопорозних силикатних и угљеничних материјала и њихова примена у адсорпцији органских загађивача“ у саставу:

1. Др Миховил Логар, ред. проф.
2. Др Љиљана Јакшић, ред. проф.
3. Др Биљана Бабић, научни сарадник Института за нуклеарне науке "Винча" у Београду

-Место дисертације у одговарајућој научној области

Дисертација је из области науке о материјалима и односи се на синтезу и испитивање физичко-хемијских особина синтетисаних керамичких и угљеничних материјала као и на њихову могућу примену.

-Биографски подаци о кандидату

Кандидат Мр Маја Кокунешоски (рођ. Жагар) рођена је 3. новембра 1964. године у Београду. Дипломирала је 9. јула 1993.године, из области полимерних материјала, са просечном оценом у току основних студија 7,56. Магистрирала је 9. октобра 1998. године на последипломским студијама из области полимерног инжењерства. Дипломирала је и магистрилала на катедри за Органску хемијску технологију Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду. Назив магистарске тезе кандидата је био: "Термијска деградација поли (2-моноклоретил метакрилата) у присуству антиоксиданата" и стекла звање-магистар техничких наука.

У периоду од почетка децембра 1993. до средине фебруара 1997. године, преко Тржишта рада била је ангажована на одређено време од три године као асистент приправник на катедри за Органску хемијску технологију Технолошко – металуршког факултета у Београду. Од 1. јула 2000. године запослена је у Лабораторији за материјале, Института за нуклеарне науке "Винча".

Кандидат мр Маја Кокунесошки је аутор 33 рада који су објављени у међународним и домаћим часописима и излагани на међународним и домаћим скуповима. Кандидат је аутор и 9 техничких решења.

Кандидат мр Маја Кокунесошки, од када је запослена у Лабораторији за материјале ИНН Винча, успешно обавља истраживачке послове везане за синтезу и карактеризацију нових материјала.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

-Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација мр Маје Кокунешоски садржи следећа поглавља: Извод, Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултате, Дискусију, Закључак и Литературу.

-Кратак приказ појединачних поглавља

У Уводном делу дисертације указано је на значај мезопорозних материјала. То су материјали специфичне структуре и развијене површине са порама одређеног облика и димензија. Због оваквих карактеристика стално расте интерес за њиховом применом у сепарационим, адсорпционим каталитичким процесима итд. Посебно је указано на значај силикатног мезопорозног материјала СБА-15 и његових угљеничних реплика на бази сахарозе и угљеничног криогела.

У Теоријском делу, *прво поглавље* односи се на приказ најзначајнијих испитивања у свету која су посвећена синтези мезопорозног силикатног материјала СБА-15 и његовим физичко-хемијским особинама као што су порозна структура и специфична површина. Током синтезе овог материјала користе се површински активне супстанце због тога је посебна пажња посвећена анализи структуре површински активне супстанце Плурионик П123 која је коришћена за синтезу СБА-15 у оквиру ове дисертације. Такође је и приказан утицај површински активне супстанце на специфичну површину и порозност синтетисаног материјала. Дат је кратак приказ осталих мезопорозних силикатних материјала.

Друго поглавље у оквиру Теоријског дела односи се на приказ истраживања која се односе на синтезу и карактеризацију угљеничних реплика СБА-15 на бази различитих извора угљеника као што су сахароза и фурфурол алкохол. Наглашено је да у литератури не постоје подаци везани за добијање угљеничне реплике на бази резорцинол-формалдехид гела као извора угљеника.

У *трећем поглављу Теоријског дела* приказане су физичке особине угљеничних материјала, а детаљно су анализиране две врсте материјала као извора угљеника за добијање угљеничне реплике. Сахароза као извор угљеника за добијање реплике је широко примењиван материјал. У литератури су доступни подаци о физичким и хемијским особинама угљеничних реплика на бази сахарозе. Супротно томе, у литератури не постоје подаци за угљеничне реплике на бази угљеничног криогела. Због тога је у оквиру теоријског дела дат детаљан приказ синтезе угљеничног криогела. Угљенични криогел се синтетише сол-гел поступком, поликондензацијом резорцинола и формалдехида у присуству натријум-карбоната као катализатора. Тако добијени гел суши се поступком

лиофилизације и карбонизује на високим температурама у инертној атмосфери. Структуру и порозност угљеничних криогелова могуће је контролисати полазном концентracијом раствора и концентracијом катализатора. Испитивања показују да ови материјали имају веома високе специфичне површине које могу да достигну и $2000 \text{ м}^2/\text{г}$.

У четвртом поглављу *Теоријског дела* дате су теоријске основе и методе израчунавања специфичне површине и расподеле пора материјала. СБА-15 као и угљеничне реплике на бази овог материјала имају веома развијену површину и зато су карактеристике материјала као што је специфична површина, расподела, облик и димензије пора најважније карактеристике.

У петом поглављу *Теоријског дела* приказани су литературни подаци везани за одређивање тачке нултог наелектрисања и изоелектричне тачке мезопорозне силике СБА-15 као и утицаја ових параметара на моћ адсорпције.

У последњем, *шестом, поглављу Теоријског дела* приказани су литературни подаци везани за примену СБА-15 и угљеничних реплика у адсорпцији лаких гасова и фенола из водених раствора.

У **Експерименталном делу** дисертације приказане су експерименталне технике коришћене у поступцима синтезе, карактеризације и примене силикатног материјала СБА-15 и његових угљеничних реплика на бази сахарозе и угљеничног криогела као и композитних материјала СБА-15/угљеник. Синтеза СБА-15 вршена је из водених раствора тетраетоксисилана (ТЕОС) као извора силицијума, у присуству површински активне супстанце Плуроник П123, у киселим растворима. Композити СБА-15/угљеник добијени су мешањем СБА-15 са одређеним количинама сахарозе или резорцинол-формалдехид гелова и њиховом карбонизацијом. Угљеничне реплике добијене су испирањем композитних материјала у раствору флуороводоничне киселине у циљу растварања силике. За карактеризацију материјала коришћене су следеће експерименталне технике: адсорпција азота на температури течног азота (БЕТ метода), дифракција X-зрака, скенирајућа електронска микроскопија (СЕМ), микроскопија на основу атомске силе (АФМ), термогравиметријска анализа (ТГА), инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом (ФТИР), метода уравнотежавања посебних проба (тачка нултог наелектрисања), потенциометријска титracија, елементарна анализа узорака, као и адсорпција азота на собној температури и УВ спектрофотометрија за одређивање адсорпције фенола из водених раствора.

У поглављу **Резултати** ове дисертације приказани су резултати испитивања. Резултати се могу поделити у више делова.

Први део Резултата односи се на синтезу и карактеризацију мезопорозне силике СБА-15. Добијене су две врсте материјала, варирањем услова синтезе тј. температуром и временом синтезе. Карактеризација БЕТ методом показује да оба материјала имају велике специфичне површине, 640 и $710 \text{ м}^2/\text{г}$. Порозност и структурне особине могу се диктирати условима синтезе. Синтезом на нижим температурама ($80 \text{ }^\circ\text{C}$) и дужим временима реакције (48 h) добијају се материјали са већом специфичном површином, већом мезопорозном површином и ужом расподелом пора. Тачка нултог наелектрисања и изоелектрична тачка не зависе од услова синтезе и оне су $\text{pH}_{\text{ТНН}}=5,2$ и $\text{pH}_{\text{ИЕТ}}=2,3$, респективно. Рендгенском

дифракцијом утврђена је аморфна структура материјала, СЕМ и АФМ анализом морфологија материјала.

Други део Резултата односи се на карактеризацију СБА-15/угљеник композита. Добијени композити имају мању специфичну површину од СБА-15 и повећану микропорозност. Композити такође имају аморфну структуру и агрегате честица.

Трећи део Резултата односи се на карактеризацију угљеничних реплика. Специфичне површине реплика су од 533 до 771 м²/г, с тим да реплике добијене на бази сахарозе имају нешто већу специфичну површину. Специфичне површине реплика су више од специфичних површина њима одговарајућих композита, расподела пора је ужа у односу на одговарајуће композите. Код реплика од криогела, са порастом удела силIKE смањују се специфична површина, микропорозност и микропорозна запремина док мезопорозност расте. Угљеничне реплике такође имају аморфну структуру сличну одговарајућим композитима и СБА-15 материјалу. То је још једна од потврда да постоји успешно преношење структуре употребљеног силикатног модела на композит, а затим на угљеничну реплику.

Четврти део Резултата односи се на испитивање могућности примене материјала у процесима адсорпције лаких гасова и фенола из водених раствора. Приказани резултати недвосмислено показују да се ови материјали могу користити у адсорпцији лаких гасова и фенола из водених раствора.

У поглављу *Дискусија* дат је кратак преглед и анализа резултата приказаних у претходном делу. Извршено је поређење резултата са подацима доступним у литератури.

У *Закључку* су приказани најзначајнији резултати до којих се дошло у оквиру ове докторске дисертације.

У поглављу *Литература* дат је списак литературе која је коришћена у овој дисертацији.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

-Савременост, оригиналност и значај

Мезопорозни силикатни материјал СБА-15 први пут је синтетисан у свету почетком деведесетих година прошлог века, што значи да представља релативно нов материјал чије се могућности примене још увек испитују. Композитни материјали на бази СБА-15/угљеник су веома слабо испитани и литературни подаци о карактеристикама и примени ових материјала су врло ограничени. Уобичајени материјал који се користи за добијање реплика је сахароза.

По нашим сазнањима, угљенична реплика на бази резорцинол-формалдехид гела је потпуно нов материјал, с обзиром да за ову врсту материјала не постоје литературни подаци.

На основу изложеног може се закључити да је проблематика ове дисертације врло актуелна и оригинална. У оквиру ове дисертације освојене технологије добијања неколико врста материјала могу веома лако да се пренесу на индустријске услове производње.

-Осврт на референтну и коришћену литературу

Литературни подаци на основу којих је конципирана ова дисертација представљају најновије светске резултате из области синтезе ових материјала. Број цитираних референци у оквиру дисертације је велики што указује да је направљен детаљан литературни преглед и поређење добијених резултата са подацима доступним у литератури.

-Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Примењене теоријске и експерименталне методе у оквиру ове дисертације представљају најсавременије методе које се користе у области синтезе и карактеризације материјала. Адекватност примењених метода потврђена је могућношћу да се добијени резултати пореде са подацима из литературе као и тиме да су из ове дисертације проистекли радови објављени у водећим међународним часописима.

-Оцена примењљивости и верификације остварених резултата

Резултати приказани у оквиру ове дисертације могу се верификовати на два начина. Први начин је публикацијама у међународним часописима, што је већ урађено, а други начин је преношењем освојених технологија синтезе материјала у лабораторијским условима на индустријске услове.

-Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Мр Маја Кокунешоски је у току израде ове дисертације показала да је способна за самостални и тимски научно-истраживачки рад. Опсег истраживања у оквиру ове дисертације је врло широк и обухвата како основна тако и примењена истраживања из области керамичких и угљеничних материјала и њихових композита.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

-Приказ остварених научних доприноса

Најважнији постигнути резултати могу се резимирати на следећи начин: мезопорозни силикатни материјали синтетисани су од површински активне супстанце Плуроник П123 и ТЕОС-а као извора силике, варирањем температуре и дужине трајања фазе старења током њихове синтезе. Варирање ових параметара утицало је на разлике између ових силикатних материјала као и на разлике њиховом применом синтетисаних силика/угљеник композита и угљеничних реплика. За синтезу ових такође мезопорозних материјала поред мезопорозних силика као модела, као извори угљеника коришћени су сахароза и по први пут успешно резорцинол формалдехид криогел. Извршена је детаљна физичко-хемијска карактеризација материјала применом различитих експерименталних метода. У раду је показано да варирањем како услова синтезе тако и удела реактаната, може да се утиче на површинска својства крајњих материјала како композита тако и реплика. Поједини композити и реплике показале су се као добри

адсорбери азота, док су се одабране угљеничне реплике показале као одлични адсорбери фенола из водених раствора.

-Критичка анализа резултата истраживања

Извршена је синтеза мезопорозних силикатних материјала, оптимизован је процес синтезе утврђивањем полазних услова синтезе (температуре и времена старења) који су неопходни за постизање жељеног квалитета материјала. Након извршене синтезе силикатних материјала и њихове детаљне карактеризације извршена је синтеза композитних материјала мезопопрозна силика СБА-15/угљенични материјал. Предвиђено је да се као извор угљеника користе сахароза и резорцинол-формалдехид гел што је и остварено. Из композитних материјала успешно су синтетисане угљеничне реплике на бази сахарозе и резорцинол-формалдехид гелова. Такође, испитана је могућност примене материјала у области сорпције лакних гасова и органских загађивача (фенола) из водених раствора. Утврђено је да се ови материјали могу успешно користити у ове сврхе. На основу изнетог може се закључити да су у оквиру ове докторске дисертације остварени сви планирани циљеви.

-Очекивана примена резултата у пракси

Материјали који су успешно синтетисани и окарактерисани у оквиру ове дисертације представљају врло актуелне и интересантне материјале. Могућност њихове широке примене постоји, како у заштити човекове средине што је у оквиру ове дисертације делимично испитано, тако и у многим другим областима као што су алтернативни извори енергије, катализа итд. Преношење технологије синтезе материјала са лабораторијских у индустријске услове је релативно једноставно јер нису потребни никакви специјални услови у смислу специфичних, тешко доступних хемикалија, екстремних температура, притисака итд.

-Научне допринос у облику публикованих радова

Из ове дисертације произашла су два рада у часописима међународног значаја и два рада која су послата у штампу. То су радови:

M21

M. Kokunešoski, J. Gulicovski, B. Matović, M. Logar, S. K. Milonjić, B. Babić, "Synthesis and surface characterization of ordered mesoporous silica SBA-15", *Materials Chemistry and Physics* 124 (2010) 1248-1252.

M23

M. Kokunešoski, J. Gulicovski, B. Matović, B. Babić, "Synthesis and characterization of ordered mesoporous silica", *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials* 11 (2009) 1656-1659.

Из ове дисертације било је и саопштење на међународној конференцији, штампано у облику извода:

M34

M. Kokunešoski, B. Matović, B. Babić, "Properties of SBA-15/carbon Cryogel Nanocomposites as a Function of Synthesis Condition", 1st Conference of the Serbian Ceramic Society, March 17-18, 2011. Belgrade, Serbia, (Edited by Snežana Bošković, Zorica Branković and Jasmina Grbović Novaković) Book of Abstracts p. 41.

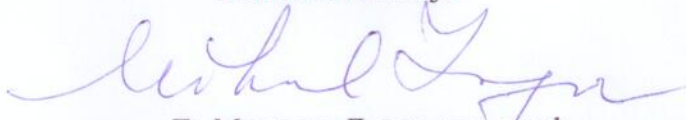
5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Имајући у виду претходно изнету анализу Комисија је закључила да докторска дисертација мр Маје Кокунешоски, дипл. инг. технологије, под називом: „Синтеза и карактеризација мезопорозних силикатних и угљеничних материјала и њихова примена у адсорпцији органских загађивача“ представља значајан научни допринос у разумевању синтезе мезопорозних силикатних материјала, композита на бази силика/угљеник и реплика од угљеничних материјала. Детаљном карактеризацијом добијених материјала извршена је оптимизација процеса синтезе. Показано је да се ови материјали могу успешно користити у технологијама за заштиту човекове средине. Резултати представљају значајан практичан допринос и подстицај за будућа истраживања у овој области. Постоји могућност широке примене ових материјала у различитим областима привреде. Мр Маја Кокунешоски је у току израде ове дисертације показала да је способна за самостални и тимски научно-истраживачки рад.

Имајући у виду напред изнета разматрања, Комисија има част да предложи Наставно-научном већу факултета да прихвати овај извештај и да га заједно са дисертацијом мр Маје Кокунешоски учини доступним јавности, а кандидата позове на усмену одбрану пред Комисијом у истом саставу.

У Београду, 30.08.2011. године

Чланови Комисије:



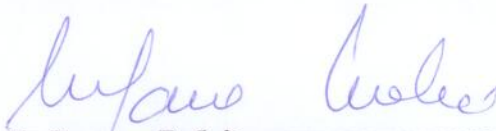
Др Миховил Логар, ред. проф.

Руд.- геолошки факултет Универзитета у Београду



Др Љиљана Јакшић, ред. проф.

Руд.- геолошки факултет Универзитета у Београду



Др Биљана Бабић, виши научни сарадник
ИНН "Винча," Београд