

Универзитет у Београду – Хемијски факултет

**РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ
НАУЧНОГ ЗВАЊА ВИШИ НАУЧНИ САРАДНИК**

I ОПШТИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Име и презиме: Милан Миловановић

Година рођења: 1988.

ЈМБГ: 1109988754132

Назив институције у којој је кандидат стално запослен: **Иновациони центар
Хемијског факултета у Београду**

Дипломирао: 2012. Хемијски факултет Универзитета у Београду

Мастерирао: 2013. Хемијски факултет Универзитета у Београду

Докторирао: 2018. Универзитет у Стразбуру—Докторска школа за хемију (ЕД 222),
Laboratoire de Chimie et Systématique Organo-Métalliques (LCSOM), de l'Institut de Chimie de
Strasbourg (UMR 7177); Хемијски факултет Универзитета у Београду

Постојеће научно звање: **научни сарадник**

Научно звање које се тражи: **виши научни сарадник**

Област науке у којој се тражи звање: **природно-математичке науке**

Грана науке у којој се тражи звање: **хемија**

Научна дисциплина у којој се тражи звање: **општа и неорганска хемија**

Назив научног матичног одбора којем се захтев упућује: **Матични научни одбор за
хемију**

II ДАТУМ ИЗБОРА У НАУЧНО ЗВАЊЕ

Научни сарадник: 25. 2. 2020.

III НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКИ РЕЗУЛТАТИ (ПРИЛОГ 1. И 2. ПРАВИЛНИКА)

A. Укупни публиковани научноистраживачки резултати до одлуке Наставно научног већа Универзитета у Београду – Хемијског Факултета о покретању поступка за избор у звање научни сарадник (13. 6. 2019.)

1. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (уз доношење на увид) (M10):

Нема.

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20):

	број	x	вредност	укупно
M21a =	1		10	10
M21 =	1		8	8

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

	број	x	вредност	укупно
M34 =	3		0,5	1,5

4. Националне монографије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације националног значаја; научни преводи и критичка издања грађе, библиографске публикације (M40):

Нема.

5. Часописи националног значаја (M50):

Нема.

6. Зборници скупова националног значаја (M60):

	број	x	вредност	укупно
M64 =	6		0,2	1,2

7. Магистарске и докторске тезе (M70):

	број	x	вредност	укупно
M71 =	1		6	6

8. Техничка и развојна решења (M80):

Нема.

9. Патенти, ауторске изложбе, тестови (M90):

Нема.

Укупна вредност коефицијента М = 26,7

Б. Укупни публиковани научноистраживачки резултати после одлуке Наставно научног већа Универзитета у Београду – Хемијског Факултета о покретању поступка за избор у звање научни сарадник (13. 6. 2019.)

1. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (уз доношење на увид) (М10):

Нема.

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја (М20):

	број	х	вредност	укупно
М21а =	1		10	10
М21а =	1		8,3	8,3
М21 =	4		8	32
М22 =	2		5	10

3. Зборници са међународних научних скупова (М30):

	број	х	вредност	укупно
М33 =	2		1	2
М34 =	10		0,5	5

4. Националне монографије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације националног значаја; научни преводи и критичка издања грађе, библиографске публикације (М40):

Нема.

5. Часописи националног значаја (М50):

Нема.

6. Зборници скупова националног значаја (М60):

	број	х	вредност	укупно
М64 =	4		0,2	0,8

7. Магистарске и докторске тезе (М70):

	број	х	вредност	укупно
М71 =				

8. Техничка и развојна решења (М80):

Нема.

9. Патенти (М90):

Нема.

10. Изведена дела, награде, студије, изложбе, жирирања и кустоски рад одмеђународног значаја (M100):

Нема.

11. Изведена дела, награде, студије, изложбе од националног значаја (M100):

Нема.

12. Документи припремљени у вези са креирањем и анализом јавних политика:

Нема.

Вредност коефицијента М за избор у звање виши научни сарадник: 68,1

IV КВАЛИТАТИВНА ОЦЕНА НАУЧНОГ ДОПРИНОСА (ПРИЛОГ 1 ПРАВИЛНИКА)

1. Показатељи успеха у научном раду

(Награде и признања за научни рад додељене од стране релевантних научних институција и друштава; уводна предавања на научним конференцијама и друга предавања по позиву; чланства у одборима међународних научних конференција; чланства у одборима научних друштава; чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројеката):

1.1. Рецензије научних радова

Др Милан Миловановић је до сада рецензирао два научна рада у међународном часопису *Chemical Papers*, који се налази на ISI SCI листи, као и шест научних радова у међународном часопису *Open Chemistry*, који се такође налази на ISI SCI листи.

2. Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова

(Допринос развоју науке у земљи; менторство при изради мастер, магистарских и докторских радова, руковођење специјалистичким радовима; педагошки рад; међународна сарадња; организација научних скупова)

2.1. Допринос развоју науке у земљи

Научни рад др Милана Миловановића одвија се у оквиру истраживачке групе којом руководи проф. др Снежана Зарић, редовни професор Хемијског факултета Универзитета у Београду. Истраживачка група се бави теоријским испитивањем различитих типова нековалентних интеракција на основу анализе структурних база података и коришћењем квантно-хемијских прорачуна. Кандидат се примарно ангажовао на испитивању молекула воде, као и нековалентних интеракција између молекула воде, молекула воде и молекула алкохола и између два молекула алкохола.

Најзначајнији допринос др Милана Миловановића развоју науке је његов допринос у препознавању новог типа водоничне везе између два молекула воде. Треба нагласити да је молекул воде један од најпроучаванијих молекула до сада. Познато да је молекул воде гради водоничне везе, како са другим молекулима воде, тако и са другим поларним молекулима. У свом научном раду др Милан Миловановић показао је да поред класичних водоничних веза, два молекула воде могу градити и нови тип водоничних веза, које су назване антипаралелне интеракције, у којима су ОН групе два молекула воде у антипаралелној оријентацији. Анализом свих кристалних структура у Кембричкој кристалографској банци података показано је да 70% привлачних интеракција између два молекула воде представљају класичне водоничне везе, а да 20% представља нови тип интеракција, антипаралелне интеракције. Прорачуни енергија интеракција, урађени веома тачном методом, CCSD(T)/CBS методом, показују да је енергија најјаче класичне водоничне везе око -5.0 kcal/mol , док је енергија антипаралелне интеракције врло слична, око -4.7 kcal/mol . Антипаралелне интеракције могу бити јаче од слабе класичне водоничне везе, па је то разлог зашто се ове интеракције јављају релативно често (20%) у кристалним структурама. Поред тога, израчунавање комплетне потенцијалне површине антипаралелних интеракција на CCSD(T)/CBS нивоу, показало је значај ових интеракција за воду у течном стању, јер су антипаралелне интеракције прелазно стање између две класичне водоничне везе. С обзиром да је разлика у енергији између овог прелазног стања и класичне водоничне везе мања од 1 kcal/mol , оно се може често јавити у течной води. Др Милан Миловановић показао је да овај нови тип водоничне везе граде и молекули алкохола.

У истраживачком раду др Милана Миловановића по први пут су систематски урађени квантно-хемијски прорачуни везани за флексибилност молекула воде, претага Кембричке базе структурних података за вода-вода, вода-алкохол и алкохол-алкохол контакте, као и прорачуни енергија интеракције за сва три горе поментута система на веома тачном нивоу теорије, тј. на CCSD(T)/CBS нивоу. Овим је по први пут утврђено: а) да је молекул воде прилично флексибилан, б) да поред класичних водоничних веза кристалним структурама са вода-вода и алкохол-алкохол контактима постоји значајан број контаката (око 20 %) са такозваним антипаралелним ОН-ОН интеракцијама; в) да енергија антипаралелних ОН-ОН интеракција може бити до $-4,7 \text{ kcal/mol}$, што је упоредиво са енергијама класичних водоничних веза које у овим системима могу бити до $-6,5 \text{ kcal/mol}$. Значајно је и то да су енергије антипаралелних ОН-ОН интеракција далеко веће у односу на класичне водоничне везе када су углови водоничних веза мањи од 140° . Истраживачка група проф. Зарић показала је и потенцијалну важност антипаралелних ОН-ОН интеракција. У склопу ових истраживања др Милан Миловановић био је коаутор рада објављеног у међународном

часопису изузетних вредности из области хемије *IUCr*, у коме су испитиване класичне и антипаралелне интеракције између молекула воде.

Са друге стране, др Милан Миловановић се бавио експерименталним истраживањима нековалентних интеракција и улогом растварача у реакционим системима који су обихватили комплексе: паладијума, мангана, хрома, молибдена и волфрама као и оних који су садржали 1,1,1,3,3,3-хексафлуоро-пропанол и фрустриране фосфин-боран Луисове парове. Ова истраживања била су базирана на техници изотермалне титрационе калориметрије. Закључено је да је у свим испитиваним системима улога нековалентних интеракција значајна, као и то да улога растварача не би требало да буде занемарена.

У оквиру постдокторског истраживања на Универзитету у Грацу, др Милан Миловановић бавио се синтезом оксо-ренијум(V) комплекса са апигенином (лигандом који се налази у природи – природни пигмент камилице). Успешно је синтетисано и окарактерисано неколико таквих комплекса, који су показали значајне каталитичке способности. Ови комплекси би такође могли бити и потенцијално цитотоксични, чиме би њихова примена могла да се прошири и на поље науке које се бави лечењем рака.

2.2. Менторство при изради мастер, магистарских и докторских радова

Др Милан Миловановић учествовао је у раду комисије за оцену једног мастер рада.

2.3. Педагошки рад

У оквиру свог педагошког рада др Милан Миловановић био је ангажован на извођењу вежби на курсу Основи хемије (за студенте Физичког факултета) током 2018/2019. и 2019/2020. године.

2.4. Међународна сарадња

Др Милан Миловановић боравио је на постдокторском усавршавању на Универзитету у Стразбуру у периоду од 15. октобра 2020. године до 15. априла 2021. године и на Универзитету у Грацу у периоду од 1. марта 2023. године до 29. фебруара 2024. године. На Универзитету у Стразбуру био је ангажован на истраживању реакција инсерције алкина у орвано-паладијумеве комплексе у групи др Жан-Пјер Ђукића (fr. Jean-Pierre Djukic), са којим је настављена сарадња. Његов боравак у Стразбуру био је кофинансиран од стране Министарства образовања, науке и технолошког развоја Републике Србије. На Универзитету у Грацу био је ангажован на пројекту Met-Effect - „Metal complexes of a naturally inspired framework functionalized for cytotoxic and catalytic efficiency“, финансираног средствима Марија Склодовска-Кири програма Размене особља у Оквирном програму ЕУ за истраживање и развој Хоризонт Европа (2021-2027). Под менторством др Јорг Шахнера (aus. Jörg Schachner) др Милан Миловановић бавио се синтезом природно инспирисаних орвано-ренијумских комплекса са потенцијалном цитотоксичном и каталитичком активношћу. Са др Јорг Шахнером ће такође бити настављена сарадња у будућности. Поред тога, Милан Миловановић је коаутор на једном раду са проф. др Мајклом Холмом са Тексас А&М универзитета у Колеџ Стејшну, САД, са којим група проф. др Снежане Зарић има дугогодишњу успешну сарадњу.

3. Организација научног рада

(Руковођење пројектима, потпројектима и задацима; технолошки пројекти, патенти, иновације и резултати примењени у пракси; руковођење научним и стручним друштвима; значајне активности у комисијама и телима Министарства за науку и технолошки развој и телима других министарстава везаних за научну делатност; руковођење научним институтцијама)

3.1. Руковођење пројектним задатком

У оквиру ангажовања на пројекту ОИ 172065 под називом Нековалентне интеракције п-система и њихова улога у молекулском препознавању, којим је руководила проф. др Снежана Зарић, финансираном од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја, др Милан Миловановић руководио пројектним задатком „Водоничне везе између молекула воде“.

У оквиру ангажовања на пројекту Met-Effect - „Metal complexes of a naturally inspired framework functionalized for cytotoxic and catalytic efficiency“, финансираног средствима Марија Скловска-Кири програма Размене особља у Оквирном програму ЕУ за истраживање и развој Хоризонт Европа (2021-2027), којим је руководила др Љиљана Михајловић Лалић, др Милан Миловановић руководио пројектним задацима: а) синтеза и карактеризација лиганата, б) синтеза и потпуна Re(V) комплекса.

4. Квалитет научних резултата

(Утицајност; параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатских радова; ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора; степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству; допринос кандидата реализацији коауторских радова; значај радова)

4.1. Утицајност; параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатских радова

Радови др Милана Миловановића објављени су у међународним научним часописима високог квалитета. Кандидат је у досадашњој каријери објавио три рада у међународним часописима изузетних вредности (M21a), пет радова у врхунским међународним часописима (M21), као и два рада из категорије истакнутих међународних часописа (M22). Укупан импакт фактор свих објављених радова износи 46,678 (узимајући у обзир период када су објављени, према критеријумима Правилника), што у просеку чини 4,668 по раду. Посебно се истиче рад објављен 2022. године у часопису *IUCr*, који је у периоду објављивања рада имао импакт фактор 5,588. У периоду од покретања поступка за избор у звање научни сарадник, 2019. године до данас, др Милан Миловановић објавио је два рада из категорије M21a, четири рада из категорије M21 и два рада из категорије M22.

Према подацима базе Scopus, радови др Милана Миловановића били су цитирани 77 пута (67 пута без аутоцитата), док Хиршов индекс износи 5 (5 без аутоцитата) на дан 28. јун 2024. године. Цитираност појединачних радова дата је у следећој табели:

Рад (видети библиографију)	Број цитата (без аутоцитата)
M21a-1*	8
M21a-2*	0
M21-1*	13
M21-2*	5
M21-3*	6
M21-4*	1
M22-1*	1
M22-2*	2
M21a-1**	5
M21-1**	26

* Радови објављени после стицања звања научни сарадник.

** Радови објављени пре стицања звања научни сарадник.

4.2. Ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора

Само један објављени рад др Милана Миловановића сходно критеријумима прописаним Правилником подлеже нормирању.

4.3. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству; допринос кандидата реализацији коауторских радова

Др Милан Миловановић показује висок степен самосталности у научном раду, што је илустровано чињеницом да је први аутор у већини објављених радова (8 од 10). Учествовао је у свим фазама реализације радова, од осмишљавања теме истраживања, добијања и интерпретације резултата, дискусије и писања радова. Био је учесник 25 међународних и домаћих научних конференција на којима су приказани резултати истраживања у којима је кандидат учествовао.

4.4. Значај радова

Радови на којима је коаутор др Милан Миловановић дају оригинални научни допринос теоријском али и експерименталном проучавању нековалентних интеракција.

По први пут је урађена систематска студија о флексибилности молекула воде, као и анализа, квантификација и класификација антипаралелних ОН-ОН интеракција, као новог типа водоничних веза, у системима вода-вода, вода-алкохол и алкохол-алкохол. У свим поменитим системима (укупно преко 32000 различитих гометрија) енергије интеракција рачунате су на веома тачном нивоу теорије, тј. на CCSD(T)/CBS нивоу. Показан је потенцијални значај антипаралелних ОН-ОН интеракција.

Наведена истраживања објављена су у врхунским међународним часописима и могу се оценити као запажена у научној заједници с обзиром на њихову цитираност. У периоду од покретања поступка за избор у звање научни сарадник, 2019. године, до данас, др Милан Миловановић објавио је два рада из категорије M21a, четири рада из категорије M21 и два рада из категорије M22.

V МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ ЗВАЊА ВИШИ НАУЧНИ САРАДНИК

Минимални квантитативни захтеви за стицање звања виши научни сарадник дати су у следећој табели. На основу приказаних података следи да др Милан Миловановић испуњава све квантитативне услове за избор у научно звање виши научни сарадник.

	Категорије	Минимум поена	Остварено
Виши научни сарадник	Укупно	50	68,1
Обавезни (1)	M10 + M20 + M31 + M32 + M33 + M41 + M42 + M90	40	62,3
Обавезни (2)	M11 + M12 + M21 + M22 + M23	30	60,3

VI ОЦЕНА КОМИСИЈЕ О НАУЧНОМ ДОПРИНОСУ КАНДИДАТА СА ОБРАЗЛОЖЕЊЕМ

Комисија констатује да је Милан Р. Миловановић, доктор хемијских наука, научни сарадник Иновационог центра Хемијског факултета у Београду, остварио запажене резултате у свом досадашњем научном раду.

Најзначајнији допринос др Милана Миловановића развоју науке је његов допринос у препознавању новог типа водоничне везе између два молекула воде. Треба нагласити да је молекула воде један од најпроучаванијих молекула до сада. Познато да је молекула воде гради водоничне везе, како са другим молекулима воде, тако и са другим поларним молекулима. У свом научном раду др Милан Миловановић показао је да поред класичних водоничних веза, два молекула воде могу градити и нови тип водоничних веза, које су назване антипаралелне интеракције, у којима су ОН групе два молекула воде у антипаралелној оријентацији. Анализом свих кристалних структура у Кембричкој кристалографској банци података показано је да 70% привлачних интеракција између два молекула воде представљају класичне водоничне везе, а да 20% представља нови тип интеракција, антипаралелне интеракције. Прорачуни енергија интеракција, урађени веома тачном методом, CCSD(T)/CBS методом, показују да је енергија најјаче класичне водоничне везе око -5.0 kcal/mol, док је енергија антипаралелне интеракције врло слична, око -4.7 kcal/mol. Антипаралелне интеракције могу бити јаче од слабе класичне водоничне везе, па је то разлог зашто се ове интеракције јављају релативно често (20%) у кристалним структурама. Поред тога, израчунавање комплетне потенцијалне површине антипаралелних интеракција на CCSD(T)/CBS нивоу, показало је значај ових интеракција за воду у течном стању, јер су антипаралелне интеракције прелазно стање између две класичне водоничне везе. С обзиром да је разлика у енергији између овог прелазног стања и класичне водоничне везе мања од 1 kcal/mol, оно се може често јавити у течној води. Др Милан Миловановић показао је да овај нови тип водоничне везе граде и молекули алкохола.

У његовим радовима по први пут је урађена систематска студија о флексибилности молекула воде, као и анализа, квантификација и класификација антипаралелних ОН-ОН интеракција, као нови аспект водоничних веза, а у системима вода-вода, вода-алкохол и алкохол-алкохол. У свим поменитим системима (укупно преко 32000 различитих гометрија) енергије инетракција рачунате су на веома позуданом нивоу теорије, тј. на CCSD(T)/CBS нивоу. Показан је потенцијални значај антипаралелних ОН-ОН интеракција.

Такође, др Милан Миловановић честовао је и у експеримантним истраживањима у области нековалентних интеракција и улогом растварача у реакционим системима који су обихватили комплексе: паладијума, мангана, хрома, молибдена и волфрама као и оних који су садржали 1,1,1,3,3,3-хексафлуоро-пропанол и фрустриране фосфин-боран Луисове парове. Ова истраживања била су базирана на техници изотермалне титрационе калориметрије. Закључено је да је у свим испитиваним системима улога нековалентних интеракција значајна, као и то да улога растварача не би требало да буде занемарена.

У оквиру постдокторског истраживања на Универзиту у Грацу, др Милан Миловановић бавио се синтезом оксо-ренијум(V) комплекса са апигенином (лигандом који се налази у природи – природни пигмент камилице). Успешно је синтетисано и окарактерисано неколико таквих комплекса, који су показали значајне каталитичке способности. Ови комплекски би такође могли бити и потенцијално цитотоксични, чиме би њихова примена могла да се прошири и на поље науке које се бави лечењем рака.

Његови радови су објављени у високо квалитетним међународним научним часописима и остварили су значајну цитираност. Наиме, др Милан Миловановић је до сада објавио 10 радова са укупним импакт фактором 46,678 што чини 4.668 по раду. Његови радови су до сада цитирани 77 пута (67 пута без аутоцитата), док Хиршов индекс износи 5 (5 без аутоцитата). Након избора у тренутно научно звање кандидат је објавио осам радова, од тога два из категорије M21a, четири из категорије M21 и два из категорије M22. Објавио је и 25 саопштења на научним скуповима, од тога 16 након избора у тренутно научно звање. Укупна вредност М коефицијента након избора у тренутно научно звање износи 68,1.

Др Милан Миловановић руководио је пројектним задацима у оквиру два научно-истраживачка пројекта. Учествовао је у раду комисије за оцену једног мастер рада на Хемијском факултету Универзитета у Београду. Кандидат је рецензирао и осам радова у међународним научним часописима.

На основу изложених података и личног увида у научни рад кандидата комисија закључује да др Милан Миловановић испуњава све неопходне критеријуме и на основу тога предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Хемијског факултета да прихвати овај извештај и подржи избор др Милана Миловановића у звање виши научни сарадник.

У Београду, 15. јула 2024.

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ

др Снежана Зарић, редовни професор
Универзитет у Београду – Хемијски факултет