

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за професор по професионално направление 4.2. Химически науки (Процеси и апарати в химичната и биохимичната технология) за нуждите на лаборатория „Преносни процеси в многофазни среди“ към Института по инженерна химия – БАН

обявен в ДВ бр. 66/16.08.22

с кандидат доц. д-р Максим Иванов Боянов

Рецензент: проф. дфзн Виктор Генчев Иванов, Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“

1. Кратки биографични данни и характеристика на научните интереси на кандидата

Максим Боянов е роден през 1973 г. в град София. Средното си образование започва през 1986 г. в 114. Английска езикова гимназия в София. През 1989 г. заминава за САЩ, където през 1990 г. завършва гимназия „Мария Кюри“ в град Чикаго.

В периода 1990 – 1991 г. Максим Боянов е студент по физика в Илинойския технологичен институт (град Чикаго, САЩ). През 1991 г. продължава висшето си образование във Физическия факултет на СУ, където през 1995 г. се дипломира с отличен успех 5.84 от семестриалните изпити и успех 6.00 от защита на дипломна работа, озаглавена „Две нови решения на обратната елипсометрична задача“.

От 1997 г. Максим Боянов е докторант в университета Нотр Дам, САЩ. През 2003 г. придобива докторска степен (Ph.D.) след защита на дисертация на тема "XAFS Studies of Metal-Ligand Interactions at Organic Surfaces and in Solution". С решение на ВАК от 2007 г. получената в САЩ научна степен е приравнена на ОНС „Доктор“ по научната специалност 01.03.25 „Структура, механични и термични свойства на кондензираната материя“.

В най-общ аспект научните интереси на кандидата попадат в съвременна интердисциплинарна област – биогеохимия, чийто предмет е изследване на влиянието на природни геологични и биологични фактори върху кръговрата на химичните елементи в природата. Повечето от неговите работи са посветени на изследване на редукционно-окислителни процеси и адсорбция на тежки метали върху биологични и върху минерални повърхности посредством синхронна рентгенова спектроскопия – EXAFS (extended x-ray absorption fine structure), XANES (x-ray absorption near-edge structure), XRF (x-ray fluorescence). В тази област той придобива богат опит по време на две дългосрочни постдокторантски специализации в САЩ – в периода 2003–2006 г. в Националната изследователска лаборатория в Аргон (ANL – Argonne National Laboratory), Илинойс, и през 2006–2007 г. в Университета Нотр Дам. От 2008 до 2014 г. Максим Боянов

продължава работата си по същата тема в Университета Нотр Дам като щатен физик изследовател.

Кандидатът постъпва на настоящата си месторабота – Лабораторията по преносни процеси в многофазни среди към ИИХ–БАН, през 2014 г., където година по-късно се хабилитира като придобива академичното звание „Доцент“.

Освен активна научноизследователска дейност, кандидатът е придобил и значителен преподавателски опит, по специално, две години семинарни и лабораторни упражнения към Университета Нотр Дам и една година стаж като главен асистент към катедра Физика на кондензираната материя при Физическия факултет на СУ „Св. Климен Охридски“.

2. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата

Кандидатът е документирал ръководство на седем научни проекта с международно участие, от които шест приключили в периода 2007–2022 г. и един текущ проект със срок 2022–2025 г. Пет от проектите са междуинститутски – един между ANL и Софийския университет, и четири между ANL или Института по инженерна химия – БАН. В тези проекти Максим Боянов е ръководител от българска страна. В останалите два проекта кандидатът е ръководител с афилиация от ANL. И седемте проекта са финансирани от Департамента по енергия на САЩ, като общата сума на привлечените средства е приблизително 9M USD. От тези средства като отчисления за ИИХ са получени общо 258 000 USD.

Ръководството на такива мащабни проекти показва, че кандидатът е един от инициаторите и водещите изследователи в представените за конкурса научни трудове. То обаче очертава кандидата и като отличен научен мениджър. Доказателство за това е и фактът, че Максим Боянов е бил организатор и председател на три тематични секции от международни конференции, както и поканен лектор на 27 конференции в периода след хабилитирането му като доцент.

Признание за научната експертиза на кандидата е работата му като редактор в престижното академично списание PLoS ONE, както и участието му в 49 рецензии за международни научни списания.

Досега Максим Боянов е бил съвместен ръководител на двама докторанти, съответно към ANL и ИИХ, както и ръководител на един постдокторант в ANL.

3. Оценка на представените материали

Максим Боянов е представил списък с общо 50 научни публикации в периодични списания, от които 30 попадат в най-високия квартал Q1 според Web of Science. За интереса към тези публикации говори и високият Хирш-индекс на кандидата – 34, който неколкостранно превишава минимума, так където се изисква за заемане на академичната длъжност „Професор“ в български академични институции. Максим Боянов е съавтор и на глава, озаглавена „Redox processes affecting the speciation of technetium, uranium, neptunium, and plutonium in aquatic and terrestrial environments“, от книгата „Aquatic Redox Chemistry“, издание на ACS от 2011 г.. Тази публикация обобщава в значителна степен по-ранните научни изследвания на кандидата.

За участие в настоящия конкурс кандидатът е избрал 25 статии в периодични научни списания от периода 2011 – 2021 г., както и споменатата по-горе глава от книга. Публикациите по конкурса не повтарят използваните за придобиване на ОНС „Доктор“ и за академичната длъжност „Доцент“. От представените публикации 17 попадат в квартал Q1, като 6 от тях са от последните 3 години. Този факт недвусмислено показва, че кандидатът поддържа високо темпо в научноизследователската си работа, като следва най-високите световни стандарти.

Прави приятно впечатление ясно оформената справка за съответствие на наукометричните показатели на кандидата с минималните национални изисквания и допълнителните изисквания на ИИХ-БАН за заемане на академичната длъжност „Професор“ в професионалното направление 4.2. След проверка на представените документи потвърждавам верността на дадените в справката данни, от които е видно, че кандидатът изцяло покрива изискванията на ЗРАСРБ и правилниците към него, както и количествените критерии според Правилника на ИИХ. По някои от критериите – брой публикации с IF, цитирания, H-индекс, размер на привлечените чрез проекти средства, кандидатът превишава в пъти заложените в правилниците прагови стойности.

4. Основни научни и научно-приложни приноси

В научните изследвания на Максим Боянов се наблюдава тематична последователност от най-ранните му работи до днес. Повече от половината, представени за рецензиране работи, са продължение на тематиката, залегнала в докторската му дисертация и в кандидатурата му за доцент. Те са посветени на изследване на редукционно-окислителните процеси в съединения на урана под действие на биологични и минерални фактори в околната среда. Тази проблематика става все по-актуална във връзка с нарушаване на естественото равновесие на тежките метали в природата поради техногенно замърсяване – от минната промишленост, производството на ядрено гориво и съхранение на отработеното гориво в енергетиката, интензивното производство на ядрени оръжия през втората половина на XX в. и т.н. Известно е, че силно оксидираната форма на

урана U^{VI} е лесно разтворима във вода, което обуславя голямата ѝ мобилност в почвите и подпочвените води. От друга страна, в състояние на окисление U^{IV} уранът образува съединения, неразтворими или слабо разтворими в рН-неутрална среда, които по-лесно може да бъдат отделени. Този факт поставя два принципни въпроса:

- 1) Кои фактори на околната среда водят до естествената редукция на U^{VI} до U^{IV} , т.е. служат като естествен самоочистващ механизъм в природата?
- 2) Може ли въз основа на тези механизми да бъдат разработени изкуствени очистващи технологии за индустриите, отделящи най-големи замърсявания от уран и други тежки метали?

В работи [25–22,20,18–16] са изследвани подробно процесите на биоредукция на U^{VI} от бактериални култури, като са получени нови и значими резултати:

- Установено е, че наличието на фосфати в биологични системи води до образуване на молекулярни фосфатни комплекси на редуциран U^{IV} .
- Доказано е комплексиране на U^{IV} с карбоксилните групи върху бактериални повърхности.
- Изследвано е редуцирането на уран в бактериални филми, култивирани в близост до бивш завод за обогатяване на уран в САЩ. Установено е образуването на „горещи“ адсорбционни центрове (hot spots) за U^{VI} в биофилмите. Доказано е, че уранът в биофилмите се редуцира до U^{IV} , дори в наситена с кислород среда.
- Конструирана е реакционна колона, с чиято помощ са изследвани процесите на имобилизация и ре-мобилизация на урана в почвени седименти при взаимодействие с подпочвени води.
- От особен практически интерес е разработената в работа [16] технология за почистване на замърсени с уран почви чрез стимулирана биоредукция при инжектиране на емулсифицирано растително масло в подпочвени сондажи. По този начин е установено извличане от почвите на твърда фаза, съдържаща редуциран U^{IV} , както и на други замърсители като нитрати и фосфати.

В статиите [21,19,15,13,8,2] са изследвани основно процеси на редукция и имобилизация на урана върху минерални повърхности. Получените в тези работи резултати имат значителна практическа стойност при разработване на нови технологии за извличане на замърсявания с уран:

- В работа 21 са симулирани в лабораторни условия процесите на редукция на U^{VI} върху порести минерали. За целта са синтезирани образци от порест алуминиев оксид в широк диапазон от размер на порите. Установено е, че най-благоприятни условия за редуциране на U^{VI} до U^{IV} се наблюдават при макропорест алуминиев оксид.

- Доказано е, че в природни условия молекулни фази на U^{IV} може да бъдат получени не само чрез биогенни механизми, но и от взаимодействие с минерали като магнетит и алуминиев оксид, с т.нар. зелена ръжда и т.н. [15,13,8].
- В наскорошната работа 2 е изследвано комбинираното взаимодействие на урана в бактериална среда с EDTA комплексан в комбинация с желязо-съдържащи глини. Идентифицирани са молекулярни комплекси $U^{IV}-EDTA-Fe^{II}$, с което е доказано, че EDTA молекулата е свързващият посредник между урана и минералната повърхност.

Без съмнение такива мащабни изследвания са по силата на големи колективи, в които често пъти е трудно да се разграничи ролята на отделния автор. В случая обаче приносът на Максим Боянов е ясно различим и се отнася до формулирането на нови научни хипотези и разработване на модели за предполагаеми редукционно-окислителни реакции, моделиране на продуктите на реакцията – молекулярни комплекси на урана, и експериментално потвърждение или отхвърляне на хипотезите посредством синхронна XANES и EXAFS спектроскопия. Тези два типа рентгенова спектроскопия са изключително мощен метод за характеризиране на локалното химично обкръжение на даден тип атом и техният избор като основен инструмент за изследване е напълно обоснован, доколкото състоянието на окисление на урана е функция на свързаните към него лиганди.

Най-пълна представа за характера на работата на Максим Боянов може да бъде получена от представените SI (supporting information) приложения към статиите, където подробно е описана методиката на проведените XANES и EXAFS изследвания. Резултатите от тези два типа спектроскопия обикновен не може да бъдат интерпретирани директно. Намирането на правилното атомно обкръжение е резултат от допълнително квантовохимично моделиране на предполагаемите структури, числено фитиране на експериментално получената радиалната функция на разпределение към теоретично пресметнатите междуатомни разстояния, както и сравнение с референтни съединения с предварително известен тип атомно обкръжение на урана. Това идва да покаже, че използването на тези два метода е въпрос не толкова на рутинно боравене с определена апаратура, колкото на дълбоко познаване на химичните процеси и професионално владеене на съвременни числени и квантовохимични методи.

В по-новите публикации, представени от кандидата, са застъпени и други интересни теми. Една от тях е свързана с биохимичните процеси при усвояване на наночастици от растения. Миграцията и влиянието на наночастиците върху живата материя е от изключителен интерес за съвременната екология в контекста на повсеместното навлизане на нанотехнологиите в индустрията и в бита. В работа № 19 е изследвано натрупването на наночастици CuO и ZnO в пшеница. Чрез XANES спектроскопия е установено частичното разтваряне на медта и свързването ѝ със сулфатни групи в тъканите на растенията. При ZnO е доказано почти пълното разтваряне на наночастиците и функционализирането на

цинка към фосфатни групи. Особен интерес за мене, като специалист по Раманова спектроскопия, е работа № 6, в която е разработена методология за визуализиране на плазмонни РНК маркери в растенията посредством три допълващи се метода – повърхностноусилена Раманова спектроскопия (SERS), двуфотонна флуоресценция и рентгенова флуоресценция (XRF). За целта в листа на *Arabidopsis thaliana* са инфилтрирани два типа звездоподобни наночастици (т.нар. нанозвезди) – еднородни златни и хетерогенни със златна сърцевина и сребърна обвивка. Благородните метали са известни с тесния си плазмен резонанс, който в близост до заострените части – в случая „лъчите“ на нанозвездите, води до усилване на локалното електрично поле с няколко порядъка. По този начин всички форми на оптичен отклик – поглъщане, луминесценция и Раманово разсейване, търпят многократно усилване в околност на наночастицата. Това позволява пространствено локализиране на определени биомолекули по характерният им спектрален отклик. Разработената в тази статия методология, според мене, има голям потенциал за приложение в най-близко бъдеще в биомедицинската диагностика, екологията и т.н.

В заключение, представените за рецензия работи доказват несъмнено съществен принос на кандидата към описаните изследвания, който може да бъде характеризирани като „разработване на нова теория или хипотеза; обогатяване на съществуващи знания и теории; приложение на научни постижения в практиката“. Според мене резюмето-самооценка на кандидата отразява правилно и пълно научните му приноси.

6. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература

Кандидатът е представил списък със 765 цитирания на работите, представени за участие в конкурса. Не съм установил самоцитирания от страна на автора или на неговите съавтори. Цитиранията са разпределени сравнително равномерно между работите, но прави впечатление работа № 19, която до момента е събрала 278 цитирания, и може да бъде определена като „златна работа“ на кандидата.

7. Критични бележки и препоръки

Нямам принципни забележки към кандидата и към представените документи. Всички изискуеми по закона справки са изготвени прецизно и са лесно четими. Забелязват само се дребни технически грешки (например повтарящ се номер 5 в справката с договорите), които обаче са неизбежни при изготвянето на толкова обемиста документация.

При успешно спечелване на настоящия конкурс бих препоръчал на кандидата да сформира собствена научна група, към която да привлече млади учени, завършили химически или физически специалности в български ВУЗ.

8. Лични впечатления на рецензента за кандидата

Познавам Максим Боянов отскоро във връзка с поканата му да участвам в журито по настоящия конкурс и до този момент не съм имал лични впечатления от работата му. Моята оценка се основава единствено на представените по конкурса материали.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Максим Боянов има впечатляващ актив от научни публикации, получили широко международно признание. Той работи в модерна и бързо развиваща се интердисциплинарна област, като изследванията му представляват интерес както от академична, така и от приложна гледна точка. Научният му профил съответства на тематиката на конкурса, както и на научната насоченост на лаборатория „Преносни процеси в многофазни среди“ към ИИХ. Важно предимство е опитът на кандидата да привлича финансиране за научните си проекти и способността му да организира големи работни колективи. От значение е и преподавателският опит на кандидата, който би му позволил в бъдеще да подбира и обучава докторанти, както и да сформира собствена научна група.

Въз основа на гореказаното давам убедено положителна оценка за кандидатурата на доц. д-р Максим Боянов в настоящия конкурс и препоръчвам на уважаемия Научен съвет към Института по инженерна химия да избере кандидата на академичната длъжност „Професор“ по професионалното направление 4.2 Химически науки.

Дата: 01/12/2022 г.

Рецензент:



/проф. дфзн. Виктор Иванов/