

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност “ПРОФЕСОР” в професионално направление 4.2 Химически науки. Електрохимия (вкл. Химични източници на ток) за нуждите на секция «Електрохимия и корозия» при Института по физикохимия «Акад. Р.Кайшев» - БАН, обявен (ДВ, бр.84 от 25.10.2016 г) за нуждите на секция “Електрохимия и корозия” при ИФХ – БАН. В конкурса като единствен кандидат участва доц. д-р Николай Стоянов Божков.

**Рецензент:** Димитър Спасов Стойчев, дхн, професор

### 1. Общи положения и кратки биографични данни за кандидата.

Н. Божков е роден през м. май 1958 г в гр. София. Завършва висшето си образование, специалност “Електрохимия”, във ВХТИ - София през 1984 г. През 1998 г защитава в ИФХ-БАН дисертация на тема “Изследвания върху корозионно-електрохимичното поведение и защитната способност на хроматни пасивиращи филми върху галванични покрития от цинк и сплави цинк-манган” за присъждане на научната и образователна степен “Доктор” по научната специалност 01.05.14 – Електрохимия (вкл. Химически източници на тока). През 2004 г е избран за старши научен сътрудник II степен/доцент в ИФХ – БАН. От 2005 г е назначен на длъжността ръководител на секция “Електрохимия и корозия” при ИФХ – БАН, която заема и в момента.

### 2. Описание на представените материали.

Доц. Н. Божков участва в конкурса с научна продукция, която е популяризирана в подходящи, специализирани международни и национални списания и форуми и е получила една много добра оценка от специалистите в областта, което се вижда от приложените списъци на публикациите и намерените цитати. В приложените документи за участие в конкурса са дадени и списъци на участията на кандидата с доклади пред професионални, национални и международни научни форуми. Представени са кратки, точни и ясни данни за участия на кандидата като ръководител или изпълнител в изследователски проекти както и данни за ръководството му на дипломанти и докторанти.

Отбелязаното по-горе може да се охарактеризира, съгласно изискванията на чл.1, ал.1 от “Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИФХ-БАН”, със следните числови измерения:

а) Общ брой публикации – 91 бр., две от които са глави от книги (издадени от NOVA Publishing House и InTech Open Publishing House). В 36 от тях кандидатът е първи автор, в 17 – втори и т н. Доколкото в една от тези публикации (No 51 в Списъка на всичките публикации на кандидата) съм съ-автор, декларирам, че тя няма да бъде рецензирана и по никакъв начин този факт не може и няма да повлияе върху моята обективност и общо становище в рецензията ми.

Към този списък от публикации на доц. Божков аз бих добавил още две – неговата Дисертация за получаване на научната и образователна степен “Доктор” на тема “Изследвания върху корозионно-електрохимичното поведение и защитната

способност на хроматни пасивиращи филми върху галванични покрития от цинк и сплави цинк-манган” както и Автореферата на тази дисертация, т.к. по своето съдържание и същност те са научни трудове, които са били подложени на най-прецизно рецензиране от висококвалифицирани и признати специалисти в областта на настоящия Конкурс. Такава квалификация/класификация се поддържа в най-общ смисъл и от Закона за авторското право у нас.

б) Брой научни статии в издания с IF - 20 бр., в две от които кандидатът е единствен автор и с SJR - 31 бр. Те са публикувани в реномирани, специализирани, международни и национални списания (Surface and Coatings Technology, Electrochimica Acta, Journal of Material Science, Corrosion Science, Applied Surf.Sci., JES и ECS Transactions, Cement and Concrete Composites, Colloids and Surfaces A: Phys.Chem.Eng.Aspects, Bulg.Chem. Commun., J.Mat.Eng.&Perform. Galvanotechnik, Metalloberfläche и др.);

в) Публикации/Proceedings, отпечатани в списания без IF и SJR, сборници и CD от конференции и други специализирани форуми (с редактор(и)) - 38 бр.;

г) 1 патент, защитен в българското патентно ведомство;

д) Автореферат на защитена (PhD) дисертация;

е) Списък на участия с устни (27 бр.) и постерни (24 бр.) доклади пред международни и национални научни форуми

е) Общ брой на намерените цитати – 474 бр.

Специално бих искал да отбележа, че публикациите на кандидата в специализирани научни издания, които не се дублират с представените за придобиване на ОНС “доктор”, са 48 бр., а научните статии в списания с IF или SJR, публикувани след избора му за доцент, са 32 бр. Т.е. количествените показатели на критериите за заемане на академичната длъжност “Професор” на “Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИФХ-БАН”, от гледна точка на научната му продукция, са изпълнени в по-висока степен от изискваните в него. Наред с това са представени данни за ръководени от него и вече защитили двама дипломанти от ХТМУ-София както и за двама докторанти, единият от които (ас.Нели Божкова) е във фаза предзащита, а вторият (ас.Миглена Пешова) – на етап “Работа по дисертацията”. Кандидатът е представил и списък за участия в изпълнението на 25 изследователски проекта, на три от които е бил научен ръководител.

*Всички представени публикации и активи на доц. д-р Н.Божков попадат изцяло в тематиката на обявения конкурс.*

### **3. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата**

Научната и научно-приложната дейност на доц. д-р Н. Божков има три основни аспекта. *Първият, основен за него до настоящия момент, е в областта на получаването и корозионно-електрохимичното изучаване на защитната способност на електроотложени метални и сплавни покрития върху титановъглеродни стомани.* Той съдържа цикъл от системни изследвания, посветени на: електрохимичното получаване и охарактеризирането на корозионно-защитната способност на едно- и многослойни цинкови и сплавни цинкови покрития както и на композитни системи на основата на цинка и сплавите му, с вградени в тях

полимерни наночастици с различна форма, в т. ч. и контейнери, съдържащи инхибитор на корозията. А чрез прилагането към тези системи на последваща обработка, целяща формирането на допълнителни конверсионни защитни слоеве (от екологосъобразни, свободни от  $\text{Cr}^{6+}$ , разтвори), е постигната повишена защитна способност на изучаваните системи и покрития на основата на цинка. При това са получени богат набор от данни за настъпващите трансформации в химичния и фазов състав на повърхността на защитните системи, въз основа на което са дадени убедителни обяснения за подобрената им защитна способност. Изследвана е също така корозионно-защитната способност на сплавни и композитни покрития на основата на никела и кобалта. Подробни изследвания са посветени на установяване на влиянието на повърхностната обработка (лазерна, чрез пластична деформация или с ръждообразувател) на стоманената повърхност, с цел превенция от корозия. Цели на определени цикли от изследвания са били и проблемите на корозионното напукване и корозионния мониторинг, свързани със стратегически важни обекти на енергетиката и водоснабдяването.

*Вторият основен аспект в изследователската работа на доц. Божков е свързан с изучаването на корозионните процеси в железобетон и защитните действия с цел тяхното забавяне и преодоляване. Това е научно-приложна тематика, върху която, до ангажирането на доц. Божков с нея, в ИФХ нямаше капацитет. В този смисъл неговото бързо и задълбочено навлизане в тази област, благодарение на ефективното му "коопериране" с колеги от Холандия (ТУ Делфт) представлява едно много важно и съществено разширяване на потенциала, като знания и възможностите на секция "Електрохимия и корозия" в ИФХ, в един от най-устойчиво и интензивно развиващите се браншове на българската икономика – строителството – с всички възможни, в близък и по-перспективен план, благоприятни последици.*

*Третият аспект в изследователската работа на доц. Божков е свързан с извадата на неговия капацитет и експертиза, основаващи се на солидни знания и възможности в областта на електрохимията, извън зоната на корозията при: оптимизиране на ЕХИТ; получаването на метални и оксидни наночастици; изследването на профилите на оптично отражение на цинкови покрития; охарактеризирането на експлоатационните качества (в т. ч. корозионното съпротивление) на емайлни покрития, приложими при съоръжения за геотермални обекти в България.*

#### **4. Основни научни и научно-приложни приноси.**

Практически всички, получени и представени за рецензиране по настоящия конкурс, резултати на кандидата попадат в тематичен приоритет No1 на ИФХ, свързан с получаването и охарактеризирането на авангардни материали и технологии на базата на електрохимично получени метални, сплавни и модифицирани покрития със защитни, декоративни и електрокаталитични свойства. В светлината на този приоритет, основните приноси от творческите търсения и усилия на доц. д-р Н.Божков може да бъдат резюмирани по следния начин:

1. Установени са оптимални състави на електролити и режими за електроотлагане на корозионно-защитни двойни ( $\text{Zn-Mn}$  и  $\text{Zn-Co}$ ) и тройни ( $\text{Zn-Ni-}$

P и Zn-Fe-P) сплави на цинка, включително многослойни системи на тяхна основа, предназначени за защита на нисковъглеродни стомани. При това е дефинирана:

- ролята на съотношението на концентрацията на йоните на Zn и Mn в върху кинетиката на електроотлагане на двата метала [78], както и на вида и концентрацията на включваните към сулфатния електролит органични добавки върху химичния и фазовия състави, и структура на получените Zn-Mn сплави [60,78], респ. върху тяхното корозионно поведение в съдържащи хлорни и сулфатни йони моделни корозионни среди [59, 60, 63-65, 73]. Въз основа на данните, получени чрез системни изследвания с Rp, PDP, NSS, XRD и XPS методите, е предложен модел, обясняващ повишената корозионно-защитна способност на сплавното Zn-Mn в сравнение с чистото Zn покритие, основаващ се на специфичната особеност на мангана да се разтваря (изпълнявайки ролята на аноден протектор) и да образува (вследствие повишаващото се рН на приелектродното пространство) допълнителен защитен слой с бариерни свойства [57, 59, 60, 63-65, 73];

- при сплавта Zn-Co включването на още по-ниски концентрации (в рамките само на няколко процента) на легиращия (кобалтов) компонент в сплавта също подобряват корозионните характеристики на системата „Zn-Co/стомана“ в сравнение със системата „Zn/стомана“, при което е установено наличие на пасивни зони в хода на анодните криви, отсъстващо при отлагането само на защитно цинково покритие. Доказано е, че този ефект се дължи на формирането на бариерно действащ корозионен продукт ЦХХ [40, 50, 57, 62] с много ниско произведение на разтворимост, обяснено с модел, подобно на модела развит за сплавта Zn-Mn, който затруднява развитието на корозионния процес в дълбочина [62, 72];

- дефиниран е фазовият състав на електрохимично отложена от сулфатен електролит тройна сплав Zn-Ni-P, за която е установено, че предствлява смес от  $\eta$ -фаза (ХПО) на цинка, включваща интерметални съединения от типа Ni<sub>5</sub>Zn<sub>21</sub> и/или Ni<sub>3</sub>Zn<sub>22</sub>. Не е установена пропорционалност между количеството на съотложения P в сплавта и концентрацията на неговите йони в електролита [15]. Определени са съотношенията на съдържащите се в тройната сплав Zn, Ni и P, при които защитните им показатели са няколкократно по-високи в сравнение с тези за чистото цинково покритие, което е обяснено с различния им фазов състав и структура [5,7,9]. Установено е, че е невъзможно да бъдат съотложени Zn и P от електролит, в който не присъстват и железни йони, като електроотложената тройна сплав Zn-Fe-P се характеризира с много по-високо Rp, в сравнение с това за чистото цинково покритие;

- въз основа на резултатите, получени при корозионните изпитания на многослойни системи, изградени от последователно електроотложени Zn, Zn-Mn и Zn-Co слоеве с различна дебелина, при завършващ слой от цинк, е установено, че многослойните системи значително превъзхождат еднослойните като корозионно-защитната им способност зависи много силно от последователността на отлагане на отделните слоеве [36].

2. На основата на възприети като оптимални състави на електролити и режими за електроотлагане на корозионно-защитни цинкови и сплавни цинкови покрития от типа Zn-Mn и Zn-Co са установени условия за получаване на

композитни цинкови и сплавни покрития с вградени полимерни наночастици/мицели, нанотръбички или наноконтейнери, съдържащи инхибитор на корозия, предназначени за защита на нисковъглеродни стомани [1,4,12,25,31,33,40,42,43,50,52,53,61]. При това е установено:

- специфичното въздействие на стабилизирани полимерни мицели - СПМ (на базата на дву- или триблокови съполимери с хидрофобно ядро от ППО или полистирен и хидрофилна обвивка от ПЕО или полихидроксиметакрилат) при добавянето им в определени концентрации към съответния базов електролит върху: катодните процеси на отлагане и анодните процеси на разтваряне на цинковото композитно покритие и сплавните композитни Zn-Mn и Zn-Co покрития [4], и корозионната им устойчивост [4,12,18,40,43,50,51,56, 58]. Показано е, че наличието на СПМ в металната матрица на цинка води до повишаване на корозионната му устойчивост в агресивни среди, съдържащи хлорни йони, вследствие възникването на повърхността на смесен филм от корозионни продукти на цинка (ЦХХ) и СПМ, който обуславя появата на псевдопасивна зона (на анодната крива), която не е характерна за цинковите покрития в тези среди [12, 33,40,52,53]. При сплавта Zn-Mn е установена разлика в анодните криви само по отношение на по-ранната поява на склонност към пасивиране при наличие на СПМ, докато при сплавта Zn-Co не са установени съществени изменения, като е регистрирано влошаване на защитните показатели, вследствие промени в структурата и възникващи вътрешни напрежения, водещи до нарушаване на целостта на сплавното защитно покритие [40].

- при цинковите композитни покрития, съдържащи вградени полимерни наноконтейнери с включен в тях инхибитор (бензотриазол), който е нанесен по много оригинален „layer by layer“ и интелигентен начин върху ядро от алфа-хематит) [2], е установено деполяризиране на катодния процес и ускоряване на анодния, което резултира в по-нисък корозионен ток и „по-широка“ анодна крива – ефекти, характеризиращи този подход като оригинален, перспективен и ефективен;

- във връзка с постигането на максимално близка до натурните изпитания оценка на корозионно-защитната способност на разгледаните по-горе системи, в т.ч. и за случаите, когато тяхната повърхност е модифицирана с различни видове конверсионни пасивни филми (съдържащи и несъдържащи  $Cr^{6+}$ ), са разработени две много успешно работещи модификации на метода на Паатч, получените чрез които резултати много добре съответстват на данните, получени с Камера „Солена мъгла“ – методът, който е най-близък до резултатите от най-обективния и точен Метода „Натурни изпитания“. Тези две методики са много ценни в икономически и времеви аспект и вече широко се използват при ускорените корозионни изпитания, провеждани в ИФХ-БАН.

3. При получаването и охарактеризирането на кинетиката на електроотлагане, физико-химичните и физико-механичните свойства на сплави на Ni [79], Co [68], Co-Ni-Fe [66,76] и Ni-Co-Mn-S [70,71], в т.ч. композитни покрития от никел, съдържащ съотложени многостенни въглеродни нанотръбички [20,41], са получени оригинални резултати, относно:

- влиянието на съдържанието на W върху корозионната устойчивост на сплавта Ni-W, респ. степента на изразеност на пасивната зона, което е обяснено с натрупването на W по междузърновите граници и селективното разтваряне на Ni;

- установяването на деполяриращ ефект на добавения към сулфаматен електролит натриев волфрамат по отношение на реакцията на отелектризиране на Co йони и вграждането на W в сплавното Co-W покритие;

- установено е аномално корозионно поведение на сплавта Ni-Co-Mn-S при промяна на количеството на Co в сплавта, което е обяснено с намаляващото съдържание на S и отсъствието на типични пасивни състояния, обусловени от активиращото действие на сярата и ниската склонност на Co към пасивиране. Установен е и положителен ефект на термообработката, който при сплави съдържащи ~ 18% Co води до елиминиране на аномалните ефекти и подобряване на корозионната устойчивост на сплавта с нарастване на съдържанието му;

- предложени са състав и режим за електроотлагане на никелови композитни покрития с вградени въглеродни нанотръбички, които обуславят повишена корозионна устойчивост на композитната система. Конструирана е апаратура и са установени състав и режим за електроотлагане на никелови композитни покрития с вградени наносфери.

4. Предложени и охарактеризирани са състави на ръждопреобразуватели, приложими при репарацията на ръждясали стоманени повърхности. Получените резултати, при изпитания в условия на външна анодна поляризация и илюстриращи степента на преобразуване на ръждата металографски напречни шлифове, показват подобро корозионно поведение след третиране с тези състави, което предполага практическото им приложение [23,85].

5. При изследванията, свързани с изучаването на влиянието на повърхностната обработка на метални материали с лазер или чрез гореща пластична деформация е установено:

- повишаване на микротвърдостта на армо-желязото, нисколегирани и нисковъглеродни стомани и нееднозначно действие по отношение на корозионното им поведение, вследствие лазерно въздействие, което е обяснено с предложен механизъм за образуване на повърхностен пасивен слой [86];

- установена е възможност за прилагане на импулсни Nd- или Ag-лазери *in situ* - по време на електроотлагането на кобалтови и железни слоеве от сулфатни електролити и сребърни слоеве от сулфаматни електролити, което в първия случай е довело до повишаване на микротвърдостта и корозионната устойчивост на Ni и Fe слоеве [81], а при електроотлагането на Ag слоеве – до възможността за получаването им при по-високи плътности на катодния ток [67];

- установено е влиянието на термодформационното въздействие при пластична деформация на нисколегирана стомана 10Г2САФ върху структурните трансформации и корозионното ѝ поведение, при което е установена пряка корелация между промените в структурата и скоростта на корозия [82];

6. Под формата на литературен обзор, отчитащ основните фактори (напрежение, степен на пластична деформация, структура и хетерогенност на метала, потенциала на повърхността, състава и концентрацията на агресивните агенти, рН на средата и др.), свързани с въздействието на механичните натоварвания върху корозионното разрушаване на металните материали, е изготвен анализ на проблемите и теориите (респ.моделите на разпространение на корозионните пукнатини), обясняващи процеса и методите за натоварване и изследване [87-90].

7. Осъществен е корозионен мониторинг на аустенитни и нисковъглеродни стомани, приложени при изработването на конструкционни възли в АЕЦ „Козлодуй“

- във връзка с това е проведено изследване на влиянието на смесен инхибитор (моноетаноламин) в моделни среди, наподобяващи тези в топлообменниците на централата, което е потвърдило неговото благоприятно влияние [11,17].

- направени са Мьосбауеров и XPS анализи на корозионни продукти от вътрешните стени на топлообменници в АЕЦ [39,47], при което е установено образуването на магнетит и хематит – продукти, имащи благоприятно въздействие от корозионна гледна точка. Конструиран и изработен е електрод, позволяващ изследването на корозионни процеси в пукнатини [11,17], който може да бъде използван при бъдещи подобни изследвания.

8. Изследвани са корозионни процеси, протичащи в железобетон, при което е установено:

- подобряване на корозионната устойчивост на арматурната стомана в железобетон (съдържащ 1% и 3,5% NaCl) при включване в циментовия разтвор на полимерни наночастици Pluronic P 123 [14];

- възможността за използване на отпаден материал – „червена кал“ - за подобряване на корозионната устойчивост (вследствие стимулиране на пасивирането на стоманата) на арматурата в железобетона [22,38];

- доказана е възможността за използване на методите EIS и Rp при характеризирание на корозионното поведение на стомана в железобетон [22,44,46];

- въвеждането на хибридни материали – обвити с полимерни слоеве частици от CaO, които се организират и натрупват около метала - води до забавяне на корозионния процес на арматурата [28,30];

- възможността за прилагане на катодна защита при ниска плътност на тока и установяване на състава на новопоявяващите се при това (благоприятно действащи) корозионни продукти [34,45,46,49];

9. Други дейности, при които е

- разработен токов колектор и носител (тип „медна пяна“) на цинкова електродна маса, позволяваща равномерна проводимост и преноса на електрони между активния електроден материал и колектора в ЕХИТ [6];

- с цел синтезиране на метални и оксидни наночастици са разработени апаратура и методика, гарантиращи контрола върху скоростите на зараждането и растежа им като функция на времето и скоростта на ротация на въртящия се катод [13];

- установена е възможност за приложение в хибридни системи тип „батерия-суперкондензатор“ на наноразмерен  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, прекурсорът за получаването на който (гьотит) е синтезиран от лабораторно култивирани бактерии.

- доказани са добрите експлоатационни качества (в т.ч. високата корозионно-защитна способност) на синтезирани у нас силикатни емайлни покрития, приложими към специфичните (с изключително високо съдържание на сяра) изисквания на геотермалните води в България [91].

## **5. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература.**

Върху публикациите на доц. д-р Н. Божков до момента са забелязани 474 положителни цитата. По този показател кандидатът значително надхвърля съществуващите, съгласно Закона за академичното израстване на кадрите на РБ и Правилника на ИФХ-БАН за неговото приложение, изисквания за заемане на академичната длъжност „Професор“. Впечатляваща в това отношение е неговата самостоятелна работа от 2003 г - No 60 от Списъка – върху която вече има забелязани 96 цитата, както и публикациите под No 57 – с 54 цитата, No 62 – с 38 цитата, No54 – с 37 цитата, No 48 – 35 цитата и т.н.

## **6. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата.**

Нямам критични бележки към научните трудове на кандидата. Независимо от отличните впечатления от приложените по конкурса документи, бих си позволил да направя следните препоръки към кандидата:

- да доведе организационната част по неговите научно-приложни изследвания до установяване на делови контакти с партньори от страни-членки на ЕС, с цел включването и участието му в проекти, финансирани по Рамковите програми на ЕС. Потенциал за това вече има;

- да продължи усилията си в търсенето на контакти/финансиране и с различни министерства, ВУЗ, стандартизиращи органи и частни фирми у нас. Считаю, че неговият капацитет в областта на защитата от корозия на стомани в бетони, в частност, вече му позволява да търси и намира с успех контакти с цел сключване на изследователски договори със Строителната камара и/или други водещи асоциации и компании в този бранш у нас.

## **7. Лични впечатления за кандидата**

Познавам доц. д-р Н.Божков много добре лично, т.к. от момента на постъпването му на работа в ИФХ работим в една и съща секция повече от 25 г и съм непосредствен свидетел на неговото научно развитие. През всичките тези години за мен той беше пример за един отлично подготвен още в университета млад човек, владеещ трите основни езика, използвани от учените създаващи съвременната наука. Дадените му от природата качества - изключителен финес и интелект - му позволиха да се изявява в работата си като един отговорен, коректен, със силно развито чувство за колегиалност, задълбочено и системно работещ и търсещ изследовател. Той се справи успешно с всички трудности, през които трябваше да премине в кариерното си развитие. Тези си качества доразви и усъвършенства в още по-висока степен след заемането на длъжността ръководител на секция „Електрохимия и корозия“ при ИФХ.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Цялостното запознаване с предоставените ми документи и материали по конкурса още веднъж потвърди у мен становището, че доц. д-р Н.Божков е един напълно изграден, висококвалифициран специалист в областта на корозията и електрохимичното получаване на защитни метални и сплавни покрития и системи.



съчетал успешно качествата на изследовател-експериментатор и организатор на научни и научно-приложни изследвания. Отбелязаните по-горе, приноси свидетелстват за неговата всестранна подготовка, уменията му методично, целенасочено и последователно да решава фундаментални и приложни задачи, които имат непосредствено отношение към теорията и практиката на електрохимията и корозията. Той има своя ясно очертана тематика в тези области и се е утвърдил като водещ, международно признат специалист, допринесъл за поддържането на авторитета на ИФХ-БАН.

По обем, качество на научно-приложните приноси и наукометрични данни, постигнатото от него напълно отговаря и дори превишава законовите изисквания и тези на Правилника за условията и реда за заемане на академични длъжности в ИФХ-БАН при придобиване на академичната длъжност "ПРОФЕСОР". На базата на всичко гореизложено, с дълбока убеденост и задоволство, препоръчвам на уважаемите членове на Научното жури да присъдят на доц.д-р Николай Стоянов Божков академичната длъжност "ПРОФЕСОР" в професионалното направление 4.2 Химически науки, Електрохимия (вкл. Химични изтоници на ток) за нуждите на секция «Електрохимия и корозия» при Института по физикохимия «Акад. Р.Кайшев» - БАН. Без съмнение, придобиването му на академичната длъжност "ПРОФЕСОР" ще бъде не само признание за резултатите и приносите от неговия труд, но и една перспективна инвестиция в укрепването и развитието на секция „Електрохимия и корозия“ при ИФХ-БАН.

Рецензент  
(проф.дхн Д.Стойчев)

01.03.2017 г  
София