

СПРАВКА

за най-важните научни постижения

**в трудовете на проф. дхн инж. Владимир Божинов Божинов,
избрани за участие в конкурса за член-кореспонденти на БАН (2021 г.),
и тяхното значение за развитието на науката**

Научните постижения са в областта на проектиране и синтез на флуоресцентни съединения и тяхното приложение във високите технологии. Този дял на химията придобива все по-голямо значение през последните години поради повишения интерес към разработване на нови материали с програмирани свойства на молекулно равнище – стратегически приоритет на ЕО за насърчаване на изследванията в областта на химията и материалознанието през следващите десетилетия.

Разработването на нови материали с програмирани свойства на молекулно равнище е сериозно предизвикателство към органичния синтез. Дизайнът на органични молекули, способни да изпълняват ролята на молекулни устройства (сензори, превключватели, светлоулавящи антени, молекулни елеватори, светлинни мотори) е значима и неделима част от широко дефинираната област на нанотехнологиите. Затова разширяването на концепцията за устройства на молекулно равнище представлява не само значителен изследователски интерес, но е и сериозен принос за подобряване на условията на живот чрез създаване на интелигентни материали и повишаване на нивото на сигурност и здравеопазване, създавайки възможност за бързо и точно регистриране на изключително ниски концентрации от силно токсични или патогенни обекти, както в живите организми, така и в околната среда.

През последните години науката се насочва от конвенционалните сензорни молекули към търсене на по-комплексни, мултихромофорни системи, способни да изпълняват мултианалитен анализ в сложна среда (например, в живи организми) чрез рейтиометричен анализ, който играе ключова роля при използване на флуоресцентните сензори в медицината и биологията, където флуоресцентното излъчване може да бъде повлияно от много фактори, като локализиране на флуорофора, промени в околната среда, ефективност на улавяне на сигнала и промени в интензивността на възбуждане.

Освен това, при съчетаването в мултихромофорни системи на сензори с различен механизъм на действие, могат да бъдат конструирани молекулни логически

апарати. Те представляват интелигентни сензорни молекули, които анализират повече от един анализ, подражавайки на електронните логически елементи в компютъра. Тези молекули са способни да изпълняват различни сензорни функции едновременно и да изчисляват автономно композитен резултат, поради което някои учени ги определят като „молекулни лаборатории“. Молекулните логически устройства имат потенциал за реални приложения като кодиране на обекти, възпроизвеждане на изображения, интелигентни материали за диагностика в медицината и биологията, освобождаване и активиране на лекарствени средства. Изграждането на молекулни логически апарати все още е нова научна област, предоставяща широки изследователски възможности и неминуемо ще бъде един от основните научни приоритети в бъдеще.

Като съществена и неразделна част от развитието на нано-биотехнологиите (при изграждане на устройства за изучаване на биосистемите и приложения в доставка на лечебни и лекарствени форми, диагностика и др.), на био-фотониката (за нови безконтактни методи за диагностика на заболявания) и на авангардните и високите технологии при конструиране на интелигентни материали и нано-компютри, флуоресцентните молекулни сензори безспорно играят ключова роля в развитието на човечеството. Ето защо, проектирането и синтезирането на нови флуоресцентни сензорни молекули се превръща в истинско предизвикателство към научната общност през следващото десетилетие.

Следвайки описаните съвременни тенденции, за участие в конкурса са подбрани 73 научни труда (Приложение 7) от общо 114 (Приложение 1), съдържащи най-важните приноси към познанието за флуоресцентните съединения като молекулни сензори и молекулни логически устройства. Разглежданите работи разширяват значително познанията за:

- Изясняване на значението на ефектите Фотоиндуциран електронен трансфер (PET), Флуоресцентен (Фьорстеров) резонансно-енергиен трансфер (FRET), Вътрешно-молекулен пренос на заряд (ICT и/или Twisted ICT- TICT), Агрегационна индуцирана емисия (AIE), Ексимерно-мономерна емисия (EME), Вътрешномолекулен пренос на протон (ESIPT) и комбинации от тях при синтетично конструиране на нови молекулни флуоресцентни сензори;
- Постигане на висока фотостабилност на ниско- и високомолекулни флуорофори и флуоресцентни сензори, чрез оригинално синтетично комбиниране на HALS (Hindered Amine Light Stabilizer) и UV абсорбер в молекулата на

флуоресцентните съединения;

- Проектиране, синтез и функция на нови сензорни мултихромофорни, светлоулавящи и фокусиращи системи (Light harvesting системи), базирани на едновременно действие на комбинации от PET, FRET, ICT, TICT, AIE, EME и ESIPT ефекти, за бързо и точно регистриране на ниски концентрации от силно токсични или патогенни обекти, както в живите организми, така и в околната среда;

- Разработване на молекулна логика на нови едно- и многоканални молекулни логически устройства като молекулни рН-метри, дигитални компаратори, халф-адери, халф-субтрактори и комбинаторни логически схеми с различен брой входи и изходи.

Основните приноси в проведените изследвания накратко са:

1. Приноси в синтеза и изследването на нови молекулни сензори

- Синтезирана е голяма серия от 1,8-нафталимидни PET, ICT и TICT сензори с различни по вид и механизъм на действие рецепторни фрагменти, с доказана сензорна ефективност към водородни йони и йони на различни метали с преходна валентност. За първи път е показано, че третичния пиперидинов и скелетния ПАМАМ азотни атоми са ефективни рецептори при сензори, базирани на PET ефект, а присъствието на арилокси заместител в С-4 позиция на 1,8-нафталимида нарушава планарната структура на флуорофора в присъствие на вода, превръщайки го в ефективен TICT сензор за малки количества вода (0-3%) в органична среда [публикации 1-12].

- Синтезирани са нови водоразтворими рейтиометрични 1,8-нафталимидни сензори, съдържащи комбинации от PET и ICT рецептори, два ICT рецептори или PET и ESIPT рецептори. В зависимост от търсените аналити, съединенията са проектирани върху моделите „рецептор₁-флуорофор-мост-рецептор₂“, „флуорофор-рецептор₁-мост-рецептор₂“ или „рецептор₁-флуорофор-рецептор₂“. Показано е, че новите рейтиометрични флуорофори са ефективни мултианалитни сензорни „лаборатории“ за едновременно детекция на рН и широк кръг метални йони [публикации 13-23].

- За първи път е демонстрирано, че поради комбинираното действие на PET и ексимер-мономер механизма, производните на 4-амидо-1,8-нафталимида са ефективни сензори за съдържание на вода в органични разтворители (1% LOD) [публикация 16].

- За първи път е синтезиран 1,8-нафталимиден сензор, който благодарение на едновременното действие на PET и AIE ефекти успешно е приложен като ефективен рН индикатор в твърдо състояние (върху хартия) за детекция на кисели и алкални газове

(пари) [публикация 19].

- За първи път са синтезирани биосъвместими водоразтворими 3,4,9,10-перилендиимиди с висока рН сензорна ефективност и селективност спрямо метални йони. Синтезиран е и рН селективен 3,4,9,10-перилендиимид с рецепторни фрагменти, благодарение на които във водна среда съществува под формата на наноразмерни агрегати с ниска цитотоксичност, висока степен на клетъчна пропускливост и контраст на клетъчно изображение [публикации 24-26].

- Проектирани и синтезирани са сензорни производни на Родамин 6G, съдържащи ICT рецептори, които поради комбинация с рН зависимата обратима реакция на спиролактамния пръстен на флуорофора, придават способност на молекулите да разпознават дискриминативно значителен брой метални йони и аниони, работейки като молекулни лаборатории, както и да изпълняват редица логически операции на молекулно равнище [публикации 27 и 28].

- Синтезирани са нови хидразонов производни, проектирани да работят на базата на ESIPT процес. Съединенията показват неочаквано атрактивни сензорни свойства, благодарение на които са способни да изпълняват цяла поредица от логически операции на молекулно равнище [публикации 29 и 30].

- Голяма част от синтезираните молекулни сензори съдържат ненаситена група, способна да съполимеризира с винилови мономери за получаване на макромолекулни сензорни. Те притежават решаващи физични предимства пред нискомолекулните сензори, които се изразяват в способност да формират филми с подобрени оптични свойства, ниска степен на кристалност и устойчивост спрямо механични въздействия.

2. Приноси в синтеза и изследването на фотостабилизиращи сензорни флуорофори

Фотостабилността на флуоресцентните сензори е важна характеристика във връзка с тяхното практическо приложение. Затова бяха проведени редица изследвания за повишаване на фотостабилността на флуоресцентните и сензорни молекули:

- За първи път са синтезирани 9-фенилксантенови (Флуоресцеин и Еозин) и 1,8-нафталимидни флуорофори, съдържащи в молекулата си запречен амин (HALS) или 2-хидроксифенилбензотриазолов UV абсорбер и полимеризираща група. Показано е, че фотостабилността на съединенията, заедно с тази на структурно модифицираните с тях полимери, рязко се увеличава в сравнение с подобни флуоресцентни съединения, не-

съдържащи остатък от стабилизаторен фрагмент в молекулите си [публикации 31-38].

- За първи път са синтезирани флуорофори от принципно нов тип, производни на Флуоресцеина и 1,8-нафталимида, съдържащи в молекулата си 2-хидроксифенилтриазинов или 2-хидроксифенилбендотриазолов UV абсорбер и запрещен амин (HALS). Установено е, че новите флуорофори имат много по-висока фотостабилност в разтвор, в сравнение други подобни флуоресцентни съединения, не съдържащи UV абсорбер и/или запрещен амин в молекулите си [публикации 39-46]. Конфигурираните по модела „*флуорофор-мост-рецептор*“ 1,8-нафталимиди показват висока PET сензорна ефективност спрямо H^+ и Cu^{2+} [публикации 41 и 42].

- За първи път са синтезирани флуоресцентни PET сензори от принципно нов тип, производни на 1,8-нафталимида, съдържащи в молекулата си HALS или фрагменти от HALS и UV абсорбер, рецепторен фрагмент и полимеризираща група. Наред с голямото нарастване на фотостабилността на съединенията, заедно с тази на структурно модифицираните с тях полимери, те показват и висока сензорна ефективност по отношение на водородни и метални йони [публикации 47-49].

3. Приноси в синтеза и изследването на бихромофорни и светлоулавящи (light harvesting) сензорни системи

Особен интерес в последните години предизвикват молекулните системи, които функционират като светлоулавящи системи (Light Harvesting Systems) за фотохимично превръщане на слънчевата енергия, имитирайки природните фотосинтетични системи.

Поради силно разклонената си структура с голям брой крайни единици, които могат да бъдат използвани за улавяне на светлина, дендритните светлоулавящи системи са отлични кандидати за ефективно контролиран енергиен трансфер. Приложението на дендримерите се основава на разполагане на абсорбиращи „донорни“ флуорофори в неговата периферия и предаване на енергията им FRET към „акцепторен“ хромофор в сърцевината му. Важно условие за FRET в една бихромофорна система е емисионния спектър на „донора“ да припокрива абсорбционния спектър на „акцептора“.

Ценните свойства на комплексните сензорни архитектури в т.ч. способността им да изпълняват различни логически и аритметични операции, с потенциално приложение за диагностика в медицината, бяха предпоставка за синтез и изследване на нови, неописани в литературата мултихромофорни молекулни системи и сензори [1].

- За първи път са проектирани и получени чрез дивергентен синтез нови полиамидоаминови (ПАМАМ) светлоулавящи системи от първо и второ поколение,

функционализирани в периферията със „сини“ 1,8-нафталимидни флуорофори, които са способни ефективно (над 90%) да пренасят енергията на абсорбираната светлина до централен 1,8-нафталимид, чиято жълто-зелена емисия се увеличава над 30 пъти. Показано е, че въвеждането на PET рецептор в периферията или в центъра по модела „*флуорофор-мост-рецептор*“ прави емисията на антените рН зависими. PET ефектът в периферията възпрепятства FRET към централния флуорофор и неговото възбуждане, докато PET в „центъра“ директно стопира неговата флуоресценция. И в двата случая системата възстановява емисията си през центъра в кисела среда, поради блокиране на PET ефектът. Стойностите на pK_a между 5.6 и 5.9 са типични за киселите органели, което прави съединенията подходящи за наблюдение на промените на рН в биологична среда. Проектирана и синтезирана е и 1,8-нафталимидна бихромофорна FRET система по модела „*флуорофор₁-рецептор₁-флуорофор₂-мост рецептор₂*“. Съчетанието на PET, FRET и ICT интегрира двата флуорофора в многоканална сензорна система спрямо водородни и метални йони, с акцент върху Cu^{2+} и Pb^{2+} [публикации 50-56].

- За първи път са проектирани и получени чрез дивергентен синтез бихромофорни системи и ПАМАМ антени от първо и второ поколение, изградени от донорни PET 1,8-нафталимиди с жълто-зелена флуоресценция, способни да абсорбират светлина и ефективно да пренасят енергията чрез FRET до акцепторен Родамин 6G (ET > 95%). Съчетаването на FRET с PET ефекта в периферията, заедно с рН зависимото ICT равновесие на родаминовия спиролактимен пръстен, позволява на новите съединения да работят като ефективни рейтиометрични рН сензори в комплексна среда. По такъв начин, отличителните черти на светлоулавящите антени успешно са комбинирани със свойствата на сензорните системи и класическата сензорна реакция на обратимо отваряне на родаминовия спиролактимен пръстен [публикации 57-64].

- За първи път са проектирани и синтезирани бензиларилетерни бихромофорна система и светлоулавящи антени. Донорни синьо-емитиращи 1,8-нафталимиди и 1,8-нафталимиди с жълто-зелена флуоресценция са използвани като донорно-акцепторна двойка на системите, в които енергийния трансфер надхвърля 99% [публикации 12, 65 и 66]. Периферните или централния флуорофор допълнително са функционализирани с PET рецепторни фрагменти по модела „*флуорофор-мост-рецептор*“. Показано е, че периферните 4-арилокси-1,8-нафталимиди придават сензорни свойства на системата по отношение на съдържанието на вода в органични разтворители като резултат от TICT процес [12], а системата с *N*-метилпиперазинов PET рецептор в централния флуорофор

работи като TICT молекулен ротор и е перспективен сензор за рН и вискозитет [66].

- Синтезирана е нова FRET система от първо поколение с донорно-акцепторна двойка от 1,8-нафталимиди с жълто-зелена емисия и 3,4,9,10-перилендиимид. Енергийният трансфер в системата надхвърля 98%, което показва, че подобрените флуорофори са подходящи за конструиране на FRET системи [публикация 67].

4. Приноси в синтеза и изследването на водоразтворими флуоресцентни наномицеларни рН сензори за биомедицински приложения

Вътрешноклетъчният рН параметър играе критична роля в много клетъчни събития, включително клетъчен растеж и апоптоза, йонен транспорт, хомеостаза и ензимна активност. Аномалните стойности на рН са свързани с неправилна клетъчна функция и се наблюдават при някои заболявания като рак и болестта на Алцхаймер.

За целите на биоизобразяването са разработени голям брой органични багрила, но слабата им водоразтворимост ограничава тяхното практическо приложение. Една възможност за преодоляване на тези ограничения е използване на наноразмерни блок-съполимерни мицели за капсулиране на флуорофори в мицеларната сърцевина, което осигурява подобрена биосъвместимост и диспергиране във водна (биологична) среда.

- За първи път е получен водоразтворим рН сензор, проектиран като наноразмерни флуоресцентни мицели, чрез ковалентно свързване на 1,8-нафталиמיד/Родамин 6G бихромофорна FRET система с хидрофобния блок на дефиниран амфифилен диблок съполимер. Последният във водна среда се самоорганизира, формирайки мицели с хидрофобна сърцевина, съдържаща бихромофорната система, и хидрофилна обвивка. Показано е, че новите флуоресцентни мицели, освен високата рН чувствителност, успешно интернализират HeLa и HEK клетки, притежават ниска цитотоксичност и по-висока фотостабилност от търговската марка BODIPY, което показва техния висок потенциал за рН контрол в биомедицината с оглед откриване на нарушения в клетъчното функциониране [публикация 68].

- За първи път са проектирани и синтезирани наноразмерни рН-чувствителни повърхностно функционализирани флуоресцентни мицели чрез ковалентно вграждане на водоразтворим дихидроимидазо-1,8-нафталимиден ICT рН сензор в хидрофилния блок на строго дефиниран съполимер и следваща самоорганизация във водна среда. Ниската цитотоксичност и доказаната чрез флуоресцентни изображения способност на новите мицели да интернализират белодробни ракови A549 клетки, показват висок потенциал като биосензори в биомедицината [публикация 69].

- За първи път са синтезирани нови водоразтворими рН чувствителни наномицели чрез вграждане на флуоресцентни 1,8-нафталимидни агрегати в хидрофобния блок на дефиниран амфифилен диблок съполимер. Постигнат е ефективен рейтиометричен анализ като функция на рН на средата поради индуцирана агрегационна емисия (AIE) на вградените флуорофори. Освен това, новите наномицели показват висока клетъчна пропускливост и ниска цитотоксичност спрямо A549 клетъчни линии, което демонстрира техния потенциал за биомедицински приложения. Работата е завършена и е в процес на публикуване (приета за печат) [публикация 70].

- За първи път са получени нови биосъвместими 3,4,9,10-перилендиимидни рН сензори чрез тяхното вграждане в амфифилен диблок съполимер. Поради способност на съполимера да се самоорганизира във водна среда са получени сферични мицели с хидрофилна обвивка и хидрофобна сърцевина, в която е вграден перилендиимидния флуорофор. Показано е, че новите водоразтворими флуоресцентни мицели притежават ниска цитотоксичност и интернализират 3T3 клетъчни линии, концентрирайки се главно в клетъчната цитоплазма, което показва техния висок потенциал за биомедицински приложения [публикация 25].

5. Приноси в синтеза и изследването на молекулни логически устройства

Наред с останалите забележителни свойства на мултихромофорните системи, поради съчетаването на различни ефекти (PET, ICT, AIE, FRET) в една молекула, те могат да бъдат използвани за конструиране на молекулни логически апарати. Затова, за първи път в България, през последните години са проведени редица изследвания за получаване на молекулни логически устройства на базата на резултатите от сензорната активност на синтезираните многоканални мултихромофорни сензорни системи.

- За първи път е доказано, че синтезираните „*off-on-off*“ 9,10-дихидроимидазо-1,8-нафталимидни сензори са способни да изпълняват в абсорбционен или емисионен режим като изходи поредица от логически операции, такива като INHIBIT, XNOR, XOR, AND, NAND и OR, при използване на два химични входа, комбинации от H^+ , OH^- и Fe^{3+} . За първи път при тези молекули, поради паралелното действие на различни логически функции са конструирани дигитален компаратор (INHIBIT и XNOR) и халф-адер (XOR и AND) [публикации 20-23].

- Демонстрирано е, че синтезираните 1,8-нафталимидни сензори, съдържащи различни по вид и брой рецепторни фрагменти, в зависимост от структурата си и комбинацията от ефекти в техните молекули са способни да изпълняват различни

логически операции, в т.ч. INHIBIT, XNOR, XOR, AND, IMPLICATION, disabled-XNOR, disabled-INHIBIT, doubly disabled INHIBIT и disabled-IMPLICATION, както и да работят като комбинаторни логически вериги с различен брой входове и изходи. Освен това, поради паралелното действие на функциите XNOR-INHIBIT, INHIBIT-INHIBIT в различни режими и disabled-XNOR-disabled-INHIBIT са конструирани молекулни дигитални компаратори, а поради паралелното действие на функциите XOR и INHIBIT е конструиран молекулен халф-субтрактор [публикации 5, 13-15, 17 и 18].

- Доказано е, че синтезираните на основата на Родамин 6G „интелигентни“ многоканални сензори, с дифенилпиразолов или 2-хидроксифенилхидразонов ICT рецептори са способни дискриминативно да разпознават голям брой катиони и аниони, поради което изпълняват логическите функции AND, NOR, OR и INHIBIT в различни режими. В резултат паралелното действие на логическата функция INHIBIT в три варианта, чрез вариране на два химични входа в абсорбционен или емисионен режим, е конструиран дигитален молекулен компаратор [публикации 27 и 28].

- За първи път е демонстрирано е, че прости структури като производни на 2,4-дихидроксифенил хидразона, са способни да разпознават в комплексна среда водородни йони и йони на различни метали и като резултат от това да изпълняват на молекулно равнище логическите функции XOR, IMPLICATION, TRANSFER и NOT TRANSFER. От паралелното действие на изпълняваните функции disabled-XNOR и disabled-INHIBIT е конструирана молекулна схема, изпълняваща ролята на дигитален компаратор с възможност за преминаване в изключен режим [публикации 29 и 30].

- За първи път е показано, че бихромофорните системи, изградени от различни 1,8-нафталимидни флуорофори или от 1,8-нафталимиден донор и родаминов акцептор, благодарение на съвместното действие на ICT, PET и FRET процеси в молекулите на съединенията са способни да изпълняват логически операции, такива като OR, AND, INHIBIT, IMPLICATION и Disabled- Enabled-OR и да работят като сложни комбинаторни логически вериги с три или четири входа и един, два или три изхода [публикации 56, 58 и 59].

6. Други научни приноси

Като резултат от работата по програмите на различни проекти, бяха реализирани научни продукти, резултатите от които са публикувани в престижни международни списания. Те са свързани със синтез на 3,4,9,10-перилендиимиди като сенсibiliзатори в соларни клетки [публикация 71], изследвания за ролята на дебелината на

транспортния слой от 4-метоксифениламино спиробифлуорен в соларни клетки (Съвместно с групата на проф. Гретцел от Политехническият университет в гр. Лозана, Швейцария) [публикация 72] и получаването на фотоактивни антибактериални полимерни покрития за неръждаема стомана [публикация 73].

Признание за съществените постижения на проф. В. Божинов в областта на молекулните сензори и молекулните логически устройства са:

- 1) **Награда Питагор** на МОН на РБ за съществен принос в областта на природните и инженерни науки през 2016 г. (Приложение 8).
- 2) Единадесет публикации в авторитетната класация **Top Hottest Articles** на Elsevier-ScienceDirect през периода на съществуването ѝ (2007-2015 г.) (Приложение 4).
- 3) Висока цитируемост на публикациите в целия свят – 3354 цитата (изчислен е ***h-index* = 36** според приложените списъци с публикации и цитирания в Приложение 1, Приложение 9 и Приложение 13 – на 1 цитат от ***h-index* = 37**).
- 4) Един от 49-мата български автори сред първите 2% най-добри учени в света в **Класацията на Станфордския университет** (Приложение 2 и Приложение 3).
- 5) Номинация от световната база данни Research Gate като **най-цитирания изследовател в България** през юни 2015 г. (Приложение 14).
- 6) Две статии, публикувани в периода 2011-2012 г., попадат в класацията **Top Cited Papers** на водещото в своята област списание *Dyes and Pigments* (Приложение 5).
- 7) **Първа награда** за доклад на тясно специализираната *1st International Caparica Conference on Chromogenic and Emissive Materials*, Caparica - Almada, Portugal, 2014 (Приложение 10).
- 8) Сътрудничество след персонална покана и **работа по съвместен проект с групата на проф. М. Гретцел** (Световен лидер в областта на соларните клетки, № 1 в Класацията на Станфордския университет) от Политехническият университет в гр. Лозана, Швейцария (Приложение 11). Реализирана е съвместна високо цитирана публикация (Статия № 71 от Приложение 7).
- 9) Поканен обзор с монографичен характер за повишаване на авторитета на *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, **цитиран 65 пъти в престижни международни списания** на American Chemical Society, Royal Society of Chemistry, Elsevier, Wiley и др. (Статия № 1 от Приложение 7).

10) Многобройни покани за рецензии на научни статии от водещи в областта научни списания (**158 рецензии**), дисертации за ОНС „Доктор“ и НС „Доктор на науките“, академични длъжности, проекти и др. (Приложение 12).

11) Престижно място в презентацията „*Useful Nanotechnologies Based on Molecular Information Handling*“ на „бащата“ на молекулните сензори и молекулните логически устройства професор А. Р. de Silva (Queens's University, Belfast), свързана с популяризиране на научната област и нейните лидери в различните региони по света (apdesilvaslintec-100103152159-phpapp01).



Научна продукция на проф. В. Божинов включва също 13 авторски свидетелства и един полезен модел на РБ (Приложение 6), както и участие с доклади на 81 научни форума у нас и в чужбина (Приложение 15).

Проф. В. Божинов е ръководил 24 и е участвал в колективите на 19 научни проекта, финансирани от UNESCO, Програма TEMPUS (2 проекта), Програма Sciex-NMSch между ЕО и Швейцария, Национални и Оперативни програми, Фонд научни изследвания (8 проекта), Изпълнителната агенция за насърчаване на малките и средни предприятия, стопански организации и държавни институции (Съвет за висше образование, Комитет за наука, МВР), целевата субсидия за научни изследвания (Приложение 16).

Изготвени са 215 рецензии на статии за авторитетни международни списания, рецензии и становища по процедури за придобиване на научни степени и заемане на

академични длъжности, рецензии в конкурс за академици на БАН, рецензии на научни проекти и становища в конкурс за наградата „Питагор“ на МОН (Приложение 12).

Проф. В. Божинов е 2 мандата Ръководител на катедра „Органичен синтез и горива“ и 2 мандата Декан на Факултета по химични технологии при ХТМУ. Подготвил е и преподава 7 лекционни курса на редовни и задочни студенти в ОКС „Бакалавър“ и „Магистър“ от специалност „Фин органичен синтез“ с повече от 500 аудиторни часа средногодишно учебно натоварване. Подготвил е още 3 лекционни курса за специалности „Парфюмерия и козметика“ и „Технология на високоенергийни материали“ в ХТМУ, както и 5 курса за обучение на докторанти и за студенти към Деканата за продължаващо и дистанционно обучение в ХТМУ. Издал е учебник „Синтетични органични продукти и добавки“ за специалност „Фин органичен синтез“. Под негово ръководство са защитили дисертационните си трудове 8 докторанти, в т.ч. двама египетски граждани по програма ERASMUS-MUNDUS, които успешно са се реализирали като преподаватели, учени и бизнес ръководители у нас и в чужбина (Приложение 20). Други трима са отчислени с право на защита. Ръководил е и 102 успешно защитени дипломни работи на студенти от специалност „Фин органичен синтез“ в ХТМУ.

Проф. В. Божинов е бил член на Комисията по химически науки на ВАК към МС на РБ и член на СНС по „Органична химия и органична технология“ към ВАК. Бил е член на жури за Награди „Питагор“-2017, на комисии за избор на директори на ИОХЦФ и ИП на БАН, както и комисии за номиниране на млади учени в конкурси за „Наградата на Акад. Иван Юхновски“ и „Награда на Камарата на инженерите в инвестиционното проектиране“. Член е на редколегията на *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*.

Научните постижения на колектива, ръководен от проф. Божинов, са в основата на придобитата през последните години значителна международна популярност, не само в личен план, но и на представляваната институция – ХТМУ, която заема достойно място сред водещите университети в РБ.

10.06.2021 г.

Подпис:

/Проф. дхн В. Божинов/