

## Единната теория на Руджер Бошкович 300 години от рождението на хърватския учен

*Никола Балабанов*

В своята *История на физиката* професор Иван Лалов определя XVIII век като „сравнително спокойно столетие“ и уточнява, че в идеен план 18-ти век не е откривателски – нито една принципно нова идея не се ражда [2].

На друго мнение са авторите на книгата, цитирана в мотото на статията [1]. Според Ледерман и Теръси: хърватския учен Руджер Бошкович е изказал *удивителна мисъл за учен от осемнадесети век: материята е съставена от частици, които нямат никакви размери*. Тази идея за осемнадесети век била *наистина безумна*. Тя просто била изпреварила времето си. Но според посочените автори в края на 20-ия век физиката е открила *атомите на Бошкович* и това им дава основание да го нарекат *пионер на атомизма и далматински пророк*.

Настоящият доклад е посветен на този забележителен учен – Руджер Йосип Бошкович, роден преди 300 години в Дубровник (18 май 1711). Израстнал в семейство, принадлежащо към ордена на езуитите, той се учил последователно в езуитски колеж в родния си град, а след това в Колегиум Романум (езуитска семинария) в Рим. Цялото научно наследство на Бошкович, неговата изследователска и интелектуална дейност говорят за една духовно богата и изключително ерудирана личност.

За нас които не преставаме да правим реформи в образованието, представлява известен интерес обучението, провеждано в езуитските колежи преди три столетия. В Колегиума, наред с богословието, латинския и древногръцкия езици, били предавани и *седемте свободни изкуства*: граматика, риторика, диалектика, аритметика, геометрия, астрономия и теория на музиката. В горните класове бил въведен предметът *ерудиция*, който включвал сведения по география, история, археология и природознание. През последните три години в семинарията като отделни предмети били изучавани философия, математика и физика.

През 1733 година Р. Бошкович завършва образованието си и сам започва да преподава в езуитска гимназия. През 1744 година е ръкоположен за свещеник и е назначен за професор – ръководител на катедрата по математика в Колегиум Романум. До тогава той имал вече публикувани 20-ина съчинения, предимно в областта на астрономията и математиката.

Изследователската дейност на Бошкович обхваща 50 години творчество, в резултат на което публикува 90 статии и монографии. Прегледът на това творчество показва, че той е универсален учен.

Неговите първи изследвания са по астрономия: *За слънчевите петна* (1736), *За преминаването на Меркурий пред Слънцето* (1737). По-късно изучава слънчевите и лунни затъмнения, кометите, годишната аберация на звездите, движението на планетите и др. На Бошкович принадлежи идеята и реализацията за построяване на модерна астрономическа обсерватория близо до Милано.

Във връзка с астрономическите си изследвания, Бошкович се занимава и с проблемите на оптиката – най-вече в приложен аспект, но също и с теория за емисията и разпространението на светлината. Конструира нови прибори и подобрява качествата на някои оптични уреди: лещи, призми, телескопи. Оригинална негова идея представлява разновидност на далекоглед, напълнен с вода, с цел изучаване влиянието на движението на Земята върху разпространението на светлината.

Близо до тези занимания са изследванията на Бошкович в областта на геофизиката и метеорологията: северното сияние, приливите и отливите, формата на Земята и нейните изменения и др.

Р. Бошкович има значими приноси и в математиката. Още през 1737 година публикува съчинението *Изграждане на сферична тригонометрия*. Други негови разработки са: върху същността и приложението на безкрайно големи и безкрайно малките величини, за основите на универсалната математика и т.н.

Своите чисто научни изследвания Бошкович съчетава с приложна дейност. Придобил известност и авторитет като специалист, той изпълнява поръчки на папа Бенедикт XIV за измерване на дъгата на меридиана, минаващ през Рим и Римини и за коригиране картата на папската област; занимава се с реставрацията на събора Св. Петър в Рим, на императорската библиотека във Виена, на катедралата в Милано и църквата *Света Геновева* в Париж. Проявява завидни инженерни способности, като разработва проекти за пресушаване на блата, за регулиране на речни течения, за строителство на мостове, морски пристанища и др.

Поразителен е диапазонът на неговата научна и приложна дейност! Развивайки и обогатявайки непрекъснато знанията си в областта на природните науки, у Бошкович се зараждат оригинални идеи за строежа на материята и за силите, които управляват света – в най-малки и най-големи мащаби. Своите идеи ученият обобщава в капиталния си труд, издаден през 1757 година във Виена: *Теория на естествознанието, сведена към единен закон на силите, действащи в природата*.

Понятието сила е въведено във физиката от Нютон. Но продължително време след него съществуват сериозни различия в разбирането на това понятие. Едното направление разглежда силата като производно, а не основно понятие. Даламбер, например, се отнасял напълно отрицателно към него, наричайки го *тъмно метафизично понятие*. Към подобно виждане се придържали редица известни физици и през XIX век: Н. Карно, Г. Кирхоф, Х. Херц и др. В своя фундаментален труд *Принципи на механиката* (1891) Херц построил механиката без да ползва понятието сила.

Р. Бошкович развива противоположна идея и може би заради това си спечелил ненависта на Даламбер. Той приписва на силата фундаментално значение, разглеждайки я като субстанция, която съществува едновременно с материята, даже лежи в нейната основа.

С помощта на своите представи за силите Бошкович се опитва да обясни строежа на веществото с неговите разновидности и техните основни свойства. Разсъжденията на учения обхващат обяснения не само на заобикалящия ни свят, но и за свойствата на

микросвета и мегасвета, еднакво недостъпни за нашите сетива. По същество Бошкович създава цялостна физическа картина на света, ядрото на която е неговата теория за универсален закон на взаимодействията между частиците, изграждащи веществото.

Гениалната догадка на Демокрит за съществуване в природата на най-малки неделими частици е изказана през IV в. пр. н. е., но в продължение на повече от две хилядолетия представите за атомите са били примитивни. За да обяснят взаимодействията между атомите, които (съединявайки и разединявайки се) образуват безкрайното разнообразие от тела, им били приписвани някакви кукички, клинчета и различни неравности. Такива са атомите и в представите на Ломоносов – връстник на Бошкович.

Според Бошкович атомите представляват точки, но не математически, а физически точки. Те нямат обем и структура, но притежават маса. Тази хипотеза е своеобразна геометризация на материята, донякъде сходна със съвременните модели в теорията на елементарните частици. Бошкович смята, че веществото се състои от точкообразни атоми, които са прости, неделими, непротяжни и непроницаеми; те са без всякакви съставки и *приспособления*, но са източник на силите, които действат между тях [3]. По-нататък ученият обяснява как се образува йерархията в строежа на материята: *От тези точки ... събрани заедно на много малки разстояния ... могат да се образуват първични частици, които са крайно стабилни поради изключителната взаимна близост на съставлящите ги части. От такива частици от първи порядък могат да се образуват частици от втори порядък, до известна степен по-малко стабилни по отношение на своята форма и т.н.* [3].

Тези разсъждения на Бошкович звучат съвсем съвременно по отношение на познатата днес йерархия в строежа на веществото: от безструктурните кварки се образуват основните градивни частици (протони и неутрони), по-нататък - атомните ядра, а заедно с електроните - атоми, молекули и т.н. Ученият предвижда дори намаляването на енергията на свързване при преминаването от по-прости към по-сложни структури.

Вижданията на Бошкович за силите най-добре се илюстрират с чертежа от неговата книга. Непрекъснатата крива отговаря на силите, действащи между два първични елемента, намиращи се на определено разстояние. Качествено силите могат да се представят с два асимптотични лъча – на отблъскване (пунктираната линия DNMQ) и на привличане (FKOS). На малки разстояния между физическите точкови частици действат сили на отблъскване. Тези сили не позволяват на частиците да се допират плътно (дотогава никой не е отхвърлял такава възможност). С увеличаване на разстоянието силата намалява до 0 (точка E) и преминава в сила на привличане. След точка F тази сила отново намалява, достига до 0 и отново преминава в сила на отблъскване. Силите непрекъснато менят *характера* си, променят няколко пъти предназначението си (знака). Равновесните точки – точките на пресичане на абсцисата, Бошкович нарича точки на кохезия (свързване, сцепление) и некохезия. След няколко

осцилации на по-големи разстояния универсалната сила преминава в нютоновския закон на гравитацията.

Лесно може да се види аналогично поведение на силите между известните днес частици в ядрения и субядрения свят. Добра илюстрация на силите на Бошкович са взаимодействията между два протона, намиращи се на *околядрени* разстояния. При  $r < 0.4 \text{ fm}$  между тях действат сили на отблъскване (описват се с потенциал с *отблъскваща сърцевина*); при  $r \approx (1-10) \text{ fm}$  действат ядрени сили на привличане, а при  $r > 10 \text{ fm}$  силите отново са отблъсквателни (кулоновски).

С помощта на своя единен закон за силите Бошкович се опитва да обясни всички физически явления и свойства на телата: непроницаемост, протяжност, тежест, сцепление, твърдост, плътност, капилярни и оптични явления, химически действия и т.н. Между телата, които се намират на видими разстояния, силите действат изключително като гравитационни.

Смяната на посоката, в която действат силите качествено обяснява и съществуването на различните агрегатни състояния, както и преходите между тях (топене, изпарение, химически реакции и др.). Според Бошкович твърдите и течни тела се образуват когато силите на отблъскване се превръщат в сили на привличане. Ако разстоянието между атомите още се увеличи, силите отново се превръщат в отблъсквателни и течностите започват да се изпаряват. В този дух намират обяснение разнообразните форми на кристалите, разширяването на газовете, абсорбцията и др. явления.

Противно на някои мнения, идеите на Р. Бошкович оказват значително влияние върху развитието на физиката през XIX век. През 30-те години на посоченото столетие У. Хамилтон се заема със създаването на система, в която оптиката и динамиката да бъдат изведени на основата на общи принципи. В своята програмна статия *Общ метод в динамиката* (1834 -1835) той постига целта си, като използва идеите на Бошкович. Хамилтон разглежда труда на хърватския учен като преврат в механиката, който я привежда в по-динамична теория и свежда всички връзки и действия между телата до привличане и отблъскване на точките [4]. Както е известно, стотина години по-късно идеите на Хамилтон за оптико-механичната аналогия са послужили като основа на хипотезата на дьо Бройл за вълново-корпускулярен дуализъм при микрочастиците.

Известния като създател на психофизиката немски физик Г. Фехнер през 1855 година публикува съчинението *Теория на атомите*, в което представите му за силите са съвършено сходни с изказаните 100 години преди него идеи на Бошкович. Напълно съвпадат с тях и идеите, залегнали в теорията на атомите, създадена в средата на XIX век от холандския професор Бейс-Балот [5]. Новото в тази теория е стремежът старата атомистика да се използва за обяснение на новите явления във физиката: електричество, магнетизъм, топлина и излъчване.

Сериозно развитие идеите на Бошкович претърпяват в работите на М. Фарадей. Представите на Фарадей за силовите линии на електромагнитното поле са аналогични на тези на хърватина за атомите като силови центрове и заедно с това, за разбирането

на силата като същност на материята. При Фарадей идеите на Бошкович прерастват в идея за физическо поле, при това поле не в механичното разбиране като спомагателно понятие, а като един от видовете материя. Висока оценка дава на Бошкович и големият руски учен Д. И. Менделеев. В издадената от него монография *Основи на химията* той прави кратко изложение на атомното учение на Бошкович и отбелязва, че този учен *понастоящем навсякъде е смятан в известен смисъл за основател на съвременните представи за веществото.*

### **Идеите на Бошкович през XX век**

В първото десетилетие след откриването на електрона са предложени няколко модела на атома, в някои от които се усеща влиянието на Бошкович. Един от тях е създаден от Уилям Томсън (лорд Келвин) през 1902 година. Интересна еволюция претърпява отношението на знаменития учен към идеите на Бошкович. През 1884 година той го обявява за *остарял*, през 1893 година нарича неговата теория *безкрайно невероятна*, през 1900 година я признава *като ръководство* в своята работа, а през 1905 година заявява, че собствената му *гледна точка е чист бошковичизъм.*

Друг известен английски физик Дж. Дж. Томсън през 1897 година построява първия атомен модел като *известен брой взаимно отблъскващи се частици, задържани заедно от някаква централна сила.* Устойчивостта на системата електрони в атома Томсън обяснява със силите на Бошкович. Няколко години по-късно (1903) той усъвършенства своя модел, в който електроните се движат в концентрични орбити вътре в сфера с положителен заряд (моделът е популярен като *лудинг със стафиди*). По-късно Ръдърфорд предлага ядрения модел на атома, в който (както и в развитието му в теорията на Бор) идеята за стабилни електронни орбити се запазва. Някои автори дори са склонни да приемат модела на Бор като пряк наследник на идеите на Бошкович [7]. Такава оценка според мен е пресилена, но тя косвено се подкрепя от В. Хайзенберг:

*Духът на Бошкович присъства и в най-новите постижения на физиката на елементарните частици. За това свидетелстват думите на Л. Ледерман и Д. Теръси: Бошкович е предложил идеята, че материята е съставена от частици, които нямат никакви размери. Само преди двадесетина години (книгата им е написана през 90-те години) ние открихме една частица, която отговаря на това описание. Наречена е кварк.*

На друго място в книгата, сравнявайки точките на Бошкович със свойствата на електрона, авторите пишат: *Точките на Бошкович били теоретични, умозрителни. Електронът обаче е реален. Възможно е да е точкова частица, но всички останали качества си остават. Маса – да. Заряд – да, Спин – да, Радиус – не ... Една частица, която има спин и маса, но няма размери, противоречи на човешката интуиция. Мисленето за подобно нещо е като своего рода умствени лицеви опори [1].*

Именно на това основание авторите наричат Бошкович *далматински пророк*, а неговия атом – *безумна идея*, намерила потвърждение през XX-ия век. Това мнение те подсилват в последната част на книгата си, в която е представена една *ускорена теория* на стандартния модел, включващ общо десет модела – от *водата на Талес* до

идеята на кварките. В свойствения им маниер да поднасят постиженията на физиката с определено чувство за хумор, авторите поставят оценки на моделите по шестобалната система. В тяхната *ранжировка шестици* са поставени само на идеята на Демокрит за съществуване на атоми и на ядрения модел на Ръдърфорд. Моделът на Бошкович е оценен като *много добър 5+*. За сравнение, *стандартния модел* на Нютон е оценен с *четворка* [1].

Може би към *умствените лицеви опори* на Бошкович трябва да отнесем и неговите идеи за пространството и времето, Вселената и нейната геометрия. Той подлага на критика нютоновото разбиране за абсолютното пространство и абсолютно време и тяхната независимост от материята. Бошкович приема, че пространството и времето са или форма или условие за съществуване на материята. Според него пространството и времето са неделими, неотделими и неизчерпаеми. Всичко в света се движи, няма абсолютно движение, няма и абсолютен покой; всяко движение представлява относително изменение на пространственото и времевото състояние на материалните точки.

Хипотезата на Бошкович за пространствено-времените отношения е неразривно свързана с предположението му за точкообразни атоми на веществото и за силите, действащи между тях. От тази хипотеза произтичат следствия, които свързват неговата теория с теорията на относителността.

Както вече посочихме, силите на Бошкович на разстояния съответстващи на *видимия* свят преминават в гравитационни сили. Но според него този извод важи само за достъпните разстояния, до най-отдалечените наблюдавани звезди. Той допуска възможността на значително големи разстояния кривата на силите да претърпява същите осцилации и да пресича многократно абсцисната ос. От това следва, че нашия свят е само един от множеството възможни светове, съществуващи в безкрайното пространство.

Обсъждайки принципите на общоприетата геометрия, Бошкович отбелязва, че тя е приложима за нашия свят. Но тъй като може да се допусне съществуването на други светове, възможно е те да притежават свое пространство и *свое* време, следователно и своя геометрия. Той пръв изказва идеята за постепенно свиване и разширяване на Вселената при съответно изменение на скалата на силите, поради което няма да бъдат предизвикани никакви нарушения в наблюдаваните явления [8]. Тези идеи отново напомнят за някои съвременни космологични хипотези.

И още нещо интересно. В своята „Теория на естествознанието” Бошкович споменава за един всезнаещ *дух*, който *поради точното познаване на всички сили и начални положения в определен момент, е в състояние да знае цялото минало и бъдеще* [7]. Половин век по-късно френския учен П. Лаплас формулира по подобен начин принципа на класическия детерминизъм. Неговата абсолютна вяра в законите на класическата механика е възплатена в т.нар. *демон на Лаплас*, който може да предскаже всичко. Логично следва да се признае и съществуването на *демон на Бошкович* –

хипотетично разумно същество, което може мигновено да обхване всички сили, движещи природата.

Както се вижда, в своята книга *Теория на естествознанието* хърватския учен се опитва да обясни целия свят от атома до Космоса. Това е своеобразна *Теория на всичкото*, създадена от един единствен човек. Обобщавайки приносите му в идеен план, може с основание да обявим Бошкович за учен – бунтар. Според Ф. Дайсън прогресивната наука винаги е своеобразен бунт срещу старите разбирания: *Важен елемент в науката е бунтът срещу ограниченията, налагани от локално доминиращата култура* [9]. В този смисъл Р. Бошкович е един от най-ярките бунтари на своето време, а може би на всички времена. Нещо повече, творчеството на Бошкович може да се смята за двоен бунт: срещу догмите и ограниченията на езуитското възпитание, както и срещу авторитетите в науката. Той е имал смелостта да не се съгласи с голяма част от нютоновските представи за материята, пространството и движението. Противопоставил е своите разбирания с тези на френските енциклопедисти, считани за безспорни фаворити на XVIII век. От друга страна той не подчинява своята наука на вярата. Разбира се, бунтът на учените се различава от политическите и социалните бунтове – едните се правят на площадите и барикадите, а другите в тишината на кабинетите. Общото за тях е в големите промени, които те предизвикват след себе си. Подобие то е още в това, че обикновено бунтовете взимат жертви. Именно прогресивното мислене на Бошкович са определили колизиите в неговия живот. Психологическите и религиозни бариери, които учения е трябвало да преодолява са обусловили драмите в творчеството и живота му. Като всеки инакомислещ човек той си създал противници сред религиозните и научните среди. Френският крал Людовиг XVI му оказал уважение, като му предложил подходящ пост във военната флота, благодарение на което той работил близо 10 години в Париж. Но по това време там господствал духът на Волтер и Даламбер, които не приемали неговите идеи. Заради религиозните и научни разногласия с тях, престоят на Бошкович в Париж не бил много приятен. Отхвърлени били негови приоритети в някой астрономически открития; не получила подкрепа идеята му за провеждане на опити с телескоп, напълнен с вода; отказали издаването на съчиненията му и т.н. Тези неудачи принудили хърватския учен да напусне френската столица. Той се върнал в Италия и се заел с издаването на трудовете си. Здравето му било вече доста разклатено, психиката му – сериозно разстроена. В някой биографии пише, че ученият дори направил опит да се самоубие. Починал е на 13 февруари 1787 г. в Милано. Погребан е в църквата Санта Мария Подоне. Въпреки негодите, които са го съпътствали, не може да се каже, че Бошкович е бил някакъв мъченик, отхвърлен и непризнат от обществото. Напротив, той се ползвал с авторитета на многостранно надарена и истинска енциклопедична личност. По-горе сравнително подробно разгледахме приносите на Бошкович в науката, най-вече във физиката. Към тях трябва да се прибавят и неговите поетични откровения, увлеченията му в археологията, историята и античната литература, музиката, дори медицината.

Бошкович е бил щедро надарена от природата личност. За неговата голяма ерудиция и разностранна култура говори и факта, че в продължение на 26 години той е изпълнявал дипломатически поръчки като посланик на Дубровнишката република в много европейски столици и градове: Рим, Париж, Лондон, Варшава, Милано, Венеция. Той е пътувал и посетил много страни, в това число и българските земи (тогава под турско владичество), за преминаването през които е оставил изключително ценен пътепис. Над всичките му способности, разбира се, стоят неговите качества на учен-изследовател, автор на стотина оригинални съчинения и хипотези за строежа на материята и на света. Заслугите му в науката са оценени от европейските академии и научни дружества. Бил е избран за редовен или почетен член на академиите в Рим, Лондон, Париж, Санкт-Петербург, Флоренция, Болоня, Харлем, Лион и др. Естествен е въпросът: как са били съчетани тази разностранна творческа личност с образа на един католически свещеник. Известно е, че Бошкович строго е съблюдал строгите изисквания на своя орден по отношение на облеклото и режима – винаги е бил със свещенически дрехи, хранил се е веднъж дневно и т.н. Но разностранната му дейност свидетелства, че той не е бил някакъв отшелник, потопил се в четене и писане на книги, а един изключително интелигентен, благороден и общителен човек. Съвременниците го описват като остроумен и елегантен мъж, желан гост на *салоните* в големите европейски градове. По причудлив начин в него се съчетавали качествата на езуит и благородник, учен и поет, дипломат и инженер. В него природата е заложила невероятен взрив от творческа фантазия, на която било съдено да се реализира през следващите столетия. Може да се каже следователно, че и през XVIII век, в онова *сравнително спокойно за физиката столетие* са творили личности, които са изказали идеи, повлияли върху развитието на науката през следващите векове. Достойно място сред тях заема хърватският учен Р. Бошкович. Неговото име днес носят Института по естествени науки и технологии в Загреб и астрономическото дружество в Белград. За нас остава да се гордеем с постиженията на този забележителен славянски и балкански учен – Руджер Бошкович.

### References

1. Л. Ледерман, Д. Теръси, *Частницата Бог*, Просвета, София (1997).
2. И. Лалов, *История на физиката от Възраждането до наши дни*, Изд. СУ, София (2011).
3. Я. Г. Дорфман, *История на физиката*, Наука и изкуство, София, 1 (1980) 2 (1982).
4. П. С. Кудрявцев, *Курс истории физики*, Мир, Москва (1970).
5. Ф. Розенбергер, *История физики*, Мир, Москва (1936).
6. М. Льоци, *История физики*, Мир, Москва (1970).
7. *Hrvatska opća enciklopedija*, Zagreb (2000).
8. Э. Кољман, *Вопросы истории естествознания и техники* (2) с. 92 (1956).
9. Ф. Дайсън, Ученият като бунтар, *Светът на физиката*, 22(1) 46-55 (1999).

### Eds. Supplement

\*The old name of Dubrovnik is Ragusa

\*\*М. Stavinschi, Joseph Boscovich in Romania, *Memorie della Società Astronomia Italiana*, 61(4) 973-979 (1990).

\*\*\*С. Faustmann, Leopold Gottlieb Biwald's *Physica Generalis* as an example of the reception of Roger Joseph Boscovich's *lex virium*, 2<sup>nd</sup> EHOП Conference, Innsbruck, Austria (2009) 59-79.