

# ВАКУУМЪТ – ОСНОВЕН ПРОБЛЕМ НА ФУНДАМЕНТАЛНАТА ФИЗИКА

**И. Розентал, А. Чернин**

Преди две и половина хилядолетия гръцките философи Левкип и Демокрит са издигнали хипотезата, че светът се състои от частици-атоми и разделящата ги пустота. В рамките на тази хипотеза атомите се представят като най-малките неделими частици, а пустотата се подразбира в буквалния смисъл: „нищо“. Следващото развитие на физиката съществено изменя съдържанието на тези понятия, като при това понятието „атом“ се запазва, а понятието „пустота“ изминава дълъг и трънлив път и постепенно се превръща в много лека материя, която през XIX век се нарича ефир, а понастоящем – вакуум и се счита за фундамент на съвременната физика.

**Определение на вакуума.** Нека отбележим, че понятието за абсолютна пустота влиза в противоречие с експеримента още през средните векове, когато започват първите наблюдения на светлинните явления. Светлината взаимодейства с заобикалящата я среда и се наблюдават явленията интерференция и дифракция, което показва, че не съществува абсолютна пустота. Затова бяха издигнати две хипотези: съществува особено вещество, наречено етер, и то обуславя наблюдаваните светлинни ефекти (интерференцията и дифракцията). Първоначално етерът са си го представляли като еластична механична среда, а разпространението на светлинните вълни в него наподобява на разпространението на звука. Обаче тази концепция срещна големи трудности, които се проявяват остро към края на XIX век, когато Майкелсон експериментално показва, че скоростта на светлината не зависи от движението на източника или приемника на светлината (т.е. от избора на системата за отчитане). Тези опити противоречаха на хипотезата за етера като определяща привилегирована система за отчет, само в която са верни законите на оптиката. В началото на XX век беше създадена теорията на относителността (Айнщайн, Поанкаре, Лоренц), която отхвърли хипотезата за съществуването на пусто пространство. Новото състояние беше наречено вакуум. Според квантовата теория на полето вакуумът се разглежда не като просто отствие на поле, а като едно от възможните състояния на полета. Последните събития в космологията дават всички основания да се предполага, че във Вселената доминира вакуумът и плътността на неговата енергия превъзхожда всички „обикновени“ форми на космическата материя, взети заедно.

Уравнението на състоянието на вакуума има вида:

$$p = -\varepsilon,$$

където  $p$  е налягането, а  $\varepsilon$  – обемната плътност на енергията. Нека отбележим, че на вид това уравнение напомня известното уравнение на идеалния газ. Например, за нерелативистичен едноатомен газ

$$U = 3/2 pV, \text{ или } p = 2/3 \varepsilon,$$

а за фотонен газ

$$p = \varepsilon/3.$$

Обаче уравнението на състояние на вакуума се отличава кардинално от тези уравнения с знака „минус“. Както се доказва в квантовата теория на полето, това уравнение на състоянието е уникално – единственото, при което се запазва основният закон на механиката – законът за инерцията. Загубите на енергия от триене на частиците с вакуумната материя ще се компенсират точно с въздействието на налягането.

Разбира се, тази особеност се запазва само в условията на равномерно праволинейно движение. Ако, например, частицата се движи по окръжност, то вакуумът ще изменя характеристиките на нейното движение. Въздействия върху частицата оказват такива „съставляващи“ на вакуума като „нулевите“, (квантови) трептения на електромагнитното поле, раждащи за кратък период от време ( $\sim h/(mc^2)$ ), където  $h$  е константата на Планк,  $m$  масата на частицата, а  $c$  – скоростта на светлината) двойка частици (например, електрон и позитрон). Такива частици се наричат виртуални. Пълната компенсация на загубите на енергия е възможна само при случаите, когато частицата се движи праволинейно и равномерно. Ако частицата се движи по окръжност, то протича много малко (поради малката стойност на  $h/(mc^2)$ ) изместяване на енергията. Именно това се наблюдава например в атома на водорода. Известването на енергетичните нива на водородния атом (лембовско измерване), е изчислено и измерено с точност до десетия знак, като при това теоретичната и експерименталната стойност съвпадат прекрасно.

Този пример, далеч не единственият, свидетелства за съществуването на вакуум, взаимодействащ с частиците. И тук възниква естественият въпрос, който може би е основният въпрос на фундаменталната физика: защо вакуумната материя практически не влияе върху макроскопичните явления?

Сега този въпрос става особено актуален във връзка с регистрацията на нови наблюдателни данни за взривове на свръхнови звезди, намиращи се на разстояния стотици и хиляди мегапарсеци (преди бяха допускани разстояния от 10 – 20 мегапарсека). Получените данни неопровержимо свидетелстват,

че разширението на Вселената не намалява, а се ускорява! От това неизбежно следва, че във Вселената доминира „вакуумът“ – по плътност той превишава всички „обикновени“ форми на космическата материя, взети заедно. Голямата плътност на вакуума води до ускоряване на разширението, т.е. до ефекта на „антигравитация“, именно благодарение на приведените по-горе уравнения на състояние за вакуумната материя.

**Метагалактика и Вселена.** Нека се опитаме ясно да определим понятията, с които ще се наложи да се срещаме. Преди всичко да приведем порядъка на величините, с които ще имаме работа:

<b>Название на обекта</b>	<b>Размери, см</b>
Звезда	$10^{11}$
Галактика	$10^{22}$
Метагалактика	$10^{28}$

Размерите на метагалактиката – това са размерите, понастоящем максимално достъпни за непосредствени измервания. Затова общоприето е този размер –  $R_M$  да се приема за размера на Вселената или Света. Според нашето мнение, целият исторически опит показва, че най-големите достъпни размери се определят от техниката на измерване, т.е. от нивото на цивилизацията. Например, още преди няколко стотина години е било възможно с увереност да се определи размерът само на Земята ( $10^9$  см). Затова може да се каже, че величината  $R_M$  е само най-голямото измервано днес разстояние. Вселената е съществено по-голям обект. Има достатъчно указания, че размера на Вселената с много порядъци превишава  $R_M$ .

**Космологичната константа.** Тук нямаме възможност да излагаме подробно общата теория на относителността (ОТО). Само ще отбележим, че теоретичната основа на космологията се базира на ОТО. (Най-просто изложение на ОТО и нейните приложения към космологията се съдържа в статията на И.Хриплевич – вж. Светът на физиката, т.23, 2000, N 4, стр. 332)

Да отбележим централната идея на ОТО: тази теория трябва да отразява особеностите на гравитацията и – според Айнщайн – да бъде основа на космологията и специалната теория на относителността. Всички тези идеи намериха свое превъплъщение в съвременната наука, с изключение на едно важно обстоятелство – и до днес не е построена последователна квантова теория на гравитацията.

Една от важните особености на създадената от Айнщайн ОТО е идеята за съществуването във Вселената на нова хипотетична материя, която наричат космически вакуум. Плътността на енергията  $\epsilon_\Lambda$  на този вакуум – т.нр.  $\Lambda$ -член, е равна на

$$\varepsilon_{\Lambda} = \Lambda c^4 / 8 \pi G$$

където  $\Lambda$  е въведената от Айнщайн космологична константа,  $G$  – известната гравитационна константа.

Космологичната константа е въведена от Айнщайн, за да осигури неизменност на Вселената във времето. Обаче развитието на ОТО (Фридман) и експерименталните наблюдения (Хъбъл) показват изменчивостта на Метагалактиката. Два облака в пределите на Метагалактиката, разделени на разстояние  $r$ , се отдалечават един от друг със скорост

$$v = H(t) r.$$

В нашата епоха ( $t = t_0$ ) константата  $H(t_0)$ , наречена константа на Хъбъл, е равна на

$$H(t_0) = 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$

В Метагалактиката при  $t = t_0$ ,  $|\Lambda| < 10^{-56} \text{ cm}^{-2}$ . Обаче във Вселената, извън Метагалактиката стойността на  $|\Lambda|$  може да бъде много голяма и да определя всички протичащи в нея процеси.

По такъв начин се оказва невъзможно да се построи модел на Метагалактиката (която по времето на Айнщайн се е отъждествява с Вселената), съгласуващ се с наблюдалите данни и хипотезата за доминирането на  $|\Lambda|$ -члена. Айнщайн счита въвеждането му в ОТО за най-голямата си грешка в научната кариера. Както се изяснява по-късно, такава силна отрицателна самооценка също се оказва грешна.

Нека отбележим, че космологичната константа описва гравитационните сили на притегляне (когато  $\Lambda < 0$ ) или на отблъскване (когато  $\Lambda > 0$ ). Съответстващите им сили са допълнителни към нютоновите сили на притегляне. Въщност, въвеждането на  $\Lambda$ -члена означава въвеждане на нови гравитационни сили.

Влиянието на вакуума върху динамиката на Метагалактиката може да бъде установено само опитно. За да опростим изложението на експериментите, проведени последно време и оказали наистина революционно влияние на космологията, ще използваме нерелативистичното приближение в анализа на разширение на Метагалактиката (Милн и Маккри, началото на 30-те години). Да допуснем, че Метагалактиката има сферична форма с равномерна плътност  $\rho_G$ . Тогава, уравнението за движение на частица върху повърхността на тази сфера ще има вида:

$$R'' = - GM/R^2 ,$$

където  $R$  е радиусът на сферата, а  $M = \rho_G (4/3) R^3$  е нейната пълна маса. В първо приближение може да се положи, че масата  $M$  остава неизменна, и тогава решението на това уравнение има вида:

$$\frac{1}{2}(\frac{dr}{dt})^2 - GM/R = E ,$$

където  $E$  е константата на интегрирането. Това уравнение има пристапа интерпретация – отразява закона за запазване за изолиран елемент на Метагалактиката с единична маса. Оправдание за този извод е, че той води до решение, отговарящо на основния принцип на космологията – закона на Хъбъл

$$v_{12} = H(t)r_{12} ,$$

където  $v_{12}$  и  $r_{12}$  са относителната скорост и разстояние между двета елемента (1,2) на Метагалактиката. Необходимо е да се подчертава, че приведените по-горе съотношения са верни само при  $t \approx t_0$ . При времена  $t < t_0$  Метагалактиката има по-малки размери, и при изчисляване на разстоянието  $r_{12}$  трябва да се използват други по-сложни съотношения.

**Вакуум и други форми на космичната материя.** От наблюдателните данни за свърхновите звезди, за които вече споменахме, се вижда, че плътността на вакуума  $\rho_v$  надхвърля сумарната плътност на останалите компоненти на космичната среда: тъмното вещество  $\rho_d$ , светещото вещество на звездите и галактиките  $\rho_p$  и на излъчването  $\rho_\tau$ .

Обикновено плътността на тези компоненти се съпоставят с т. нар. критична плътност

$$\rho_c = (3/8)(H^2/G) = 0,6 \cdot 10^{-29} \text{ g.cm}^{-3}$$

Нека сега приведем последните експериментални данни за тези отношения:

$$\rho_v / \rho_c = 0,7 + 01$$

$$\rho_d / \rho_c = 0,3 + 01$$

$$\rho_p / \rho_c = 0,02 + 0,01$$

$$\rho_\tau / \rho_c \sim 10^{-4}$$

Тук трябва да се направи една бележка. Именно тъмната материя, съставена от неизвестна електронеутрална материя, включва Л-члена. Това обаче е абсолютно грешно: тъмната материя заема периферната част на галактиката, и следователно, е разпределена (за разлика от вакуума) крайно неравномерно, докато Л-членът обхваща почти равномерно цялата Галактика. Ре-

алната материя се състои от известни частици (протони, неutronи, електрони, фотони и др.). Обаче споменатото объркане не е съвсем безоснователно. Проблемът „от какво“ се състои Л-членът вероятно е основният във физиката на вакуума и е далеч от окончателното си решение.

Но едно условие си остава: Л-членът (който понякога се отъждествява с вакуума), ако се състои от частици, то те трябва да притежават уникални свойства: отсъствие на спин (скаларни частици), електронеутралност и стабилност. В противен случай няма да бъде изпълнено условието  $\rho = -\epsilon$ , и вакуумът се превръща в отдавна отхвърления етер. Оказва се, че да се намери такава частица всред близо четиристотинте вече установени на ускорителите частици съвсем не е лесно. Най-подходящ кандидат за частица на вакуума е частицата на Хигс, която обаче засега със сигурност не се наблюдава непосредствено, но нейното съществуване е необходимо условие за формулирането на теория, обединяваща електромагнитните и слаби взаимодействия. По последни и не особено надеждни данни, получените на ускорителя LEP, масата на Хигс-бозона е от порядъка на 150 MeV.

Проблемът за природата на тъмната материя е също интересен, въпреки че тъмната материя не е така универсална като вакуума и вероятно не играе такава принципна роля в еволюцията на Вселената.

Вакуумът е в основата на още един фундаментален проблем: защо плътността  $\rho < 10^{-29}$  g.cm<sup>-3</sup> е толкова малка? Оценки, основаващи се на съображения за размерност, показват, че стойността на  $\rho$  трябва да бъде с десетина порядъка по-голяма. Наистина,

$$\rho \approx m(h/mc)^{-3}$$

и затова ако се приеме, че  $m \sim 10^{-24}$  g (протон), то получаваме стойност  $\rho \sim 10^{16}$  g.cm<sup>-3</sup>. Ако пък се положи, че масата  $m$  се определя от фундаменталните константи  $h$ ,  $G$  и  $c$ , то плътността достига съвсем фантастична стойност.

**Заключение.** Интерпретацията на различията между тези оценки и реалните стойности на  $\rho_v$ , представляват най-интригуващия проблем на фундаменталната физика. По наше мнение, може би, вакуумът на Вселената се състои от массивни частици и нейната плътност е доста голяма. Обаче при образуването на Метагалактиката е протекъл фазов преход, който съществено е намалил масата на вакуумните частици и енергията на тяхното движение. Извънредно малка маса на вакуумните частици пък определя необходимостта от дълговременното съществуване на Метагалактиката за образуване на сложните форми на материята.

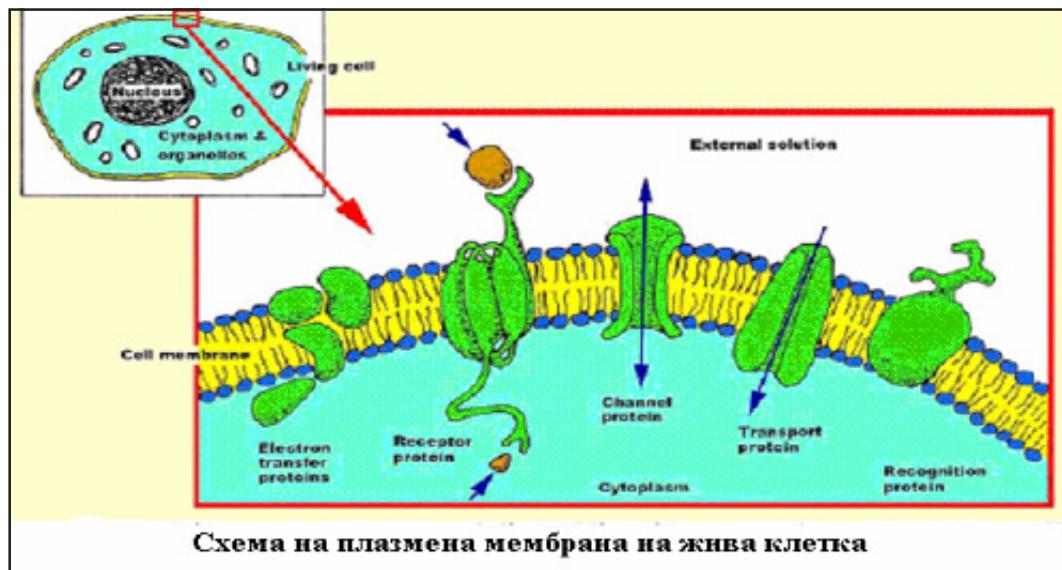
„Квант“, № 4, 2002, превод **Н. Ахабабян**

# ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА СУБМИКРО- И НАНОРАЗМЕРНИ ТЕЧНОКРИСТАЛНИ СТРУКТУРИ ОТ АМФИФИЛНИ МОЛЕКУЛИ

**С. Найденова, Л. Тодорова, М. Денчева-Заркова, А. Г. Петров**  
**ИФТТ – БАН**

Бифилните (амфи菲尔ни) молекули са изградени от хидрофилна част, наричана глава и хидрофобна, наричана опашка. В разтвори (най-често водни) тези молекули имат свойството да се самоорганизират, образувайки над определени концентрации лиотропни течнокристални фази, наричани още лиотропни мезофази, а формиращите ги молекули – лиотропни мезогени. За формирането на лиотропни течни кристали е необходимо молекулите да са с достатъчно голямо молекулно тегло и с подчертана асиметрия на молекулата си форма.

Днес е добре известно, че лиотропното течнокристално състояние е най-подходящото състояние за живата материя. Основен градивен елемент на клетъчните мембрани са молекулни бислоеве от липидни молекули, които формират липидната матрица, съдържаща йонни канали, интегрални и периферни белтъци, цитоскелет и др.



След като Авирам и Ратнер [1] предлагат идеята да бъдат използвани органични молекули за електронни елементи, а по-късно Картър [2] развива някои концепции за конкретно реализиране на молекулни електронни устройства, това даде тласък на изследванията в областта на биоелектрониката. Неин обект е конструирането на електронни елементи и схеми, в които се използват принципи и/или градивни елементи (нативни или моделни) от биологичните системи. Основното свойство на живите организми да се самоорганизират и самовъзпроизвеждат дава възможност в най-близко бъдеще да се получават биологически активни макромолекули с отнапред зададени функции, които да служат като градивни блокове на биоелектронните устройства [3]. Крайната цел – създаването на биокомпютри, по всяка вероятност стои по-далече в бъдещето, но по пътя към нейното реализиране се осъществяват редица важни изследвания върху организацията на живата материя и на нейните оригинални решения за възприемане, обработка и съхранение на информацията. По отношение на възприемането на сигнали от външната среда природата е снабдила организмите с идеални сензорни средства. Изясняването на механизмите на сензорните функции при нативните и моделни мембрани доведе до създаването на голямо разнообразие от биологични и биомиметични сензори. В книгата си „Интерфейсните сензори“ Кочев и Карабалиев [3] разглеждат подробно насоките в разработването на биосензорни елементи и по-специално на рецепторната им част. Тук ще се спрем на някои други възможности за приложение на лиотропните субмикро- и наноструктури от мембрани тип в биологията и медицината.

## I. **Фотоактивност и фотодинамична терапия**

Фотоактивността най-общо може да бъде определена като активационен ефект, предизвикан от облъчването на някои молекули със светлина с определена дължина на вълната, а фоточувствителни вещества (ФЧВ) е наименованието на материалите, при които се наблюдава този ефект.

ФЧВ намират широко приложение в най-различни области: биосензори, фотодинамична терапия, производството на пестициди и инсектициди, оптически запис на информацията, молекулярна електроника, опто-електронни устройства и др. В нашия обзор ще се спрем само на приложението на фотоактивността във фотодинамична терапия (ФДТ).

Под фотодинамична терапия се разбира лечението на редица заболявания (включително и ракови) с ФЧВ. По-широкото ѝ изследване и прилагане започва през последните две десетилетия на миналия век и интересът към нея непрекъснато расте. При ФДТ в организма се вкарват фоточувствителни вещества, които при облъчване със светлина с подходяща дължина на вълната и ниво на енергията се активират. Облъчването най-често се провежда след 24 до 72 часа от инжектирането, за да бъде достигната оптимална

концентрация на ФЧВ в увредената тъкан. Това фотоактивиране обикновено води до образуването на токсични форми на кислорода и ако третирането е успешно, увредените клетки се унищожават или броят им е силно намален.

ФДТ има значителни предимства пред обикновената химиотерапия – селективно натрупване на ФЧВ в увредените тъкани и ниската им токсичност [4]. Освен при лечението на някои видове ракови заболявания, фотодинамичната терапия дава обещаващи резултати и при третирането на псoriasis, дегенерация на ретината, атеросклеротични плаки, дезактивиране на вируси в кръв и кръвни продукти и др. [5]. Многообразието на възможните приложения на ФДТ инициира разширяване на изследванията в различни направления: върху природата на индуцираната от терапията токсичност [6, 7], синтезирането на нови фоточувствителни вещества и намирането на подходящи техни носители, разработването на нови средства за анализ и за доставяне на светлината до тъканите-мишени [8].

### *Изследвани фоточувствителни вещества, с оглед на приложението им във ФДТ*

Броят публикациите в тази област е голям. Тук ще цитираме само някои тези, които са свързани с най-изследваните до момента ФЧВ:

1. Порфиринови производни, от които най-изследван и прилаган за лечение е Фотофирин, произведен от Lederle Parenterals, Carolina, по лиценз на Quadra Logic Technology, Inc, Vancouver.
2. Мероцианин и негови производни.
3. Фталоцианини.
4. Родамин и негови производни.

Както беше споменато по-горе, в последните години усилено се синтезират и изследват много други ФЧВ с оглед на тяхното приложение във ФДТ, но нашето проучване сочи, че те не са още лицензирани и прилагани за лечение.

### *Носители и доставчици на ФЧВ*

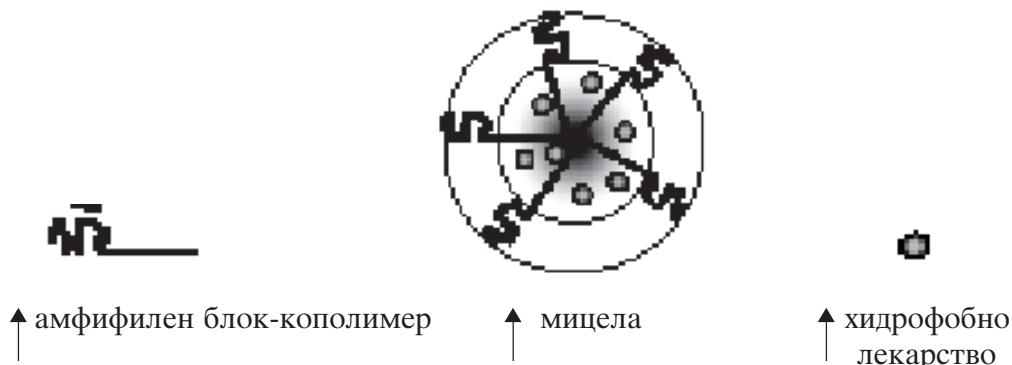
Другото направление, в което се провеждат редица изследвания е намирането на подходящи носители и доставчици на ФЧВ, тъй като значителен брой от потенциалните молекули за ФДТ са хидрофобни и следователно неразтворими във вода.

Единият от начините, описан в литературата, е модифицирането на молекулите с хидрофилни заместители без да се променя фоточувствителността им. Такъв подход е използван например при някои производни на фталоцианина, в резултат на което са получени силикон-фталоцианини, използвани вече във ФДТ [9].

Друг подход, използван за получаването на подходящи носители и дос-

тавчици на ФЧВ е използването на колоидни частици – микро/наносфери, липозоми, полимерни мицели. Те не само улесняват разтворимостта на лекарствата, но и ги предпазват от разграждане и/или изхвърляне от организма, предотвратяват нежелани странични ефекти, помагат за достигането на набелязаната тъкан.

След като през 1984 г. Рингсдорф предлага полимерните мицели като носители на лекарства, те намират много широко приложение като такива [10]. В литературата съществуват данни за редица полимери и комбинации от тях (блок-кополимери), използвани за носители: поли-етиленгликол, полиестери, полиаминокиселини, поли(мет)акрилати, полиакриламиди.



*Схема на мицел от амфифилен блок-кополимер във вода.  
Лекарството е включено във хидрофобното ядро на мицелата.*

Полимерните мицели се формират във водни разтвори. Разтворимите сегменти на полимерните молекули формират хидрофилната обивка на мицелата, а неразтворимите – хидрофобното ядро. Използват се различни методи за включване на хидрофобните молекули на лекарствата в ядрото на мицелите: чрез електростатично и/или ковалентно взаимодействие на лекарството и полимера, чрез диализа от органичен разтворител или чрез съответни процедури от емулсия масло-вода.

В последните години все по-широко се изследват възможностите за включване на лекарствата в липозоми, най-често формирани от фосфолипиди. Липозомите са произведени за първи път в Англия през 1961 от Бенгхем.

Когато за пренос на хидрофобни молекули се използват липозоми, лекарството се включва в хидрофобната част на липозомната мембра [11, 12]. За целта най-често се използва смесен разтвор от липида и лекарството в органичен разтворител, с който се процедира по някой от методите за формиране на липозоми.

За обльчване на увредените тъкани дозата и метода на доставяне на свет-

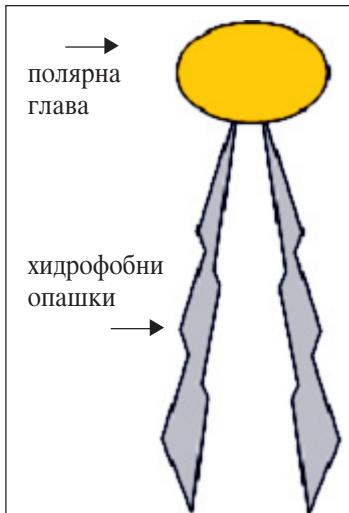
лината зависят от размера на третираната област и нейното местоположение. За подобряване на клиничните резултати се търсят методи за оптимизация на механичните свойства, размерите, формата и материалите за доставчици на светлина.

## II. Магнитни наночастици за медицината

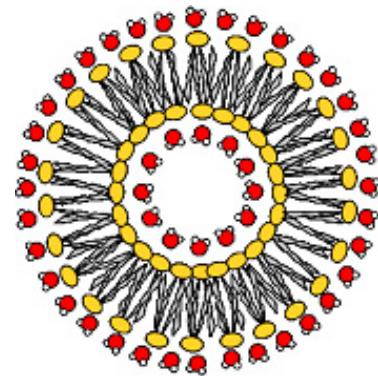
Магнитното резонансно изобразяване (МРИ) е мощен метод, използван в медицинската практика, за визуализиране на мяките биологически тъкани.

Принципите на МРИ се базират на релаксацията на магнитната възприемчивост на протони, подложени на съчетание от постоянно магнитно поле и радиочестотни магнитни вълни. Използваните в МРИ магнитни наночастици позволяват на изследователите да получат по-голям контраст в дадена област чрез увеличаване на скоростта на релаксация на водата [13]. Основните разлики с класическия ЯМР са използването на фиксираны работни честоти и формирането на дву- и тримерни изображения.

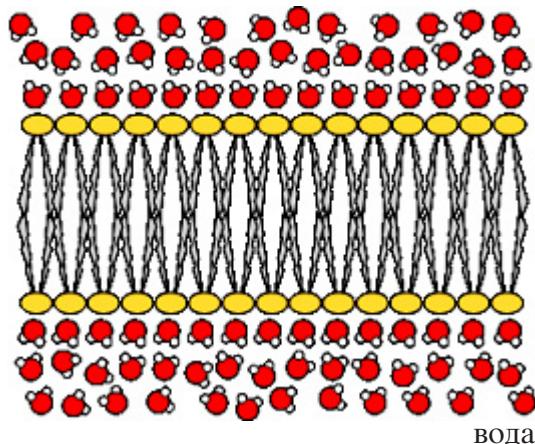
Първият тип контрастни агенти, използвани в МРИ, са парамагнитните йони, които предизвикват силно нарастване на релаксационното време  $T_1$ , водещо до увеличаване на плътността на сигнала (на светлите пиксели в изображението) след интравенозно инжектиране. От този тип агенти най-голямо приложение намира гадолиниевият йон, който има високо спиново число. Той обаче е силно токсичен в свободната си форма.



*Схема на фосфолипидна молекула.*



*Схема на фосфолипидна лизозома. Фосфолипидните молекули формират бислойна обвивка.*



*Схема на липидна бислойна мембра*

Вторият тип МРИ контрастни агенти са съставени от феромагнитни микроразмерни частици, основно железни оксиди. Те се използват главно за храносмилателно „прочистване“, тъй като големият им ефект върху релаксационното време  $T_2$  предизвиква спадане на сигнала от стените на храносмилателните органи, водещо до „черна дупка“ [14]. Това свойство се използва когато са необходими по-прецизни стомашни изследвания, като например точно определяне на размера и вида на ретроперитонални или гинекологични маси.

Третият тип МРИ контрастни агенти са наночастици от суперпарамагнитните железни оксиди (СПЖО) – Super paramagnetic iron oxides (SPIO). Тяхното приложение в медицината започва в средата на 1980 г. Тези частици най-често са формирани от  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$  и съдържат кристални области с неспрегнати спинове. В отсъствие на магнитно поле тези области са неподредени.

При прилагане на магнитно поле те се подреждат напълно и създават магнитен момент по-голям от онзи, който е равен на сумата на индивидуалните неспрегнати електрони (вж. фигурата по-долу).

SPIO обикновено се използват като суспензии за интравенозно инжектиране най-вече за изследване на фагоцитните системи (черен дроб, далак, лимфни възли, костен мозък). С вариране на размера на частиците, дебелината на обвивката им и химията на повърхността им, SPIO лигандите могат да бъдат така формирани, че да се насочват към определени органи, клетки и дори като молекулни маркери на различни заболявания *in vivo*.

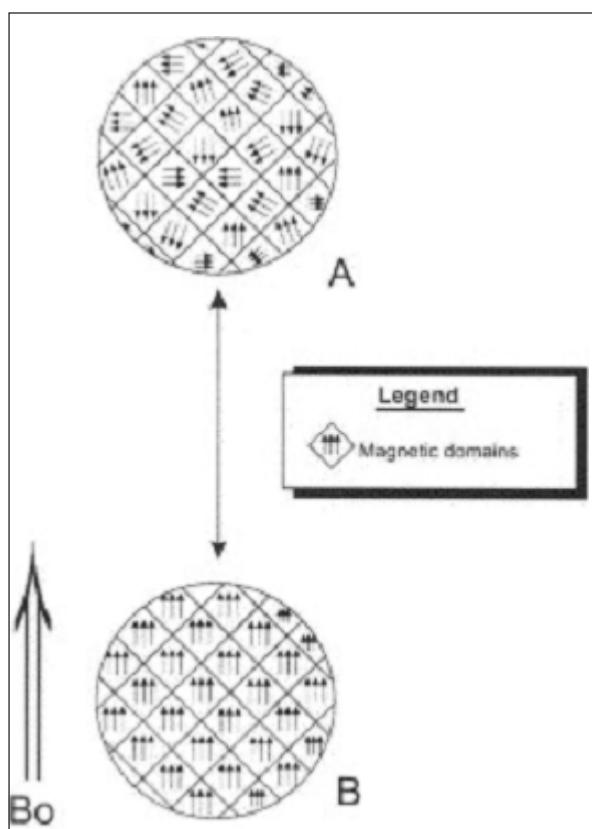


Схема на  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$  суперпарамагнитни частици:  
A) В отсъствие на магнитно поле;  
B) При прилагане на магнитно поле.

#### *Синтез и обвиване на магнитни наночастици*

Има различни химически методи за синтезирането на магнитни наночастици за широк диапазон на приложения. В

този обзор ще се спрем върху методите, които бяха адаптираны за контрастни агенти за МРИ. Обикновено повечето използвани методи за формирани на железно-окисни наночастици са преципитация, копреципитация или синтез в обратни емулсии. Въпреки че копреципитацията може да варира големината на наночастиците чрез регулиране на pH и температурата на водната среда, тя само контролира разпределението на частиците по големина. От друга страна, при обратния емулсионен синтез могат да се получат много малки и еднородни частици (<10% отклонение), но тогава магнитните наночастици са разтворими само в органични разтворители и обикновено не могат да бъдат използвани за медицински приложения. [15] За да превъзмогне тази трудност, в скорошно изследване на Нитин и др. [16], беше развита допълнителна процедура за обвиване на еднородните по големина наночастици с цел водоразтворимост. Новото развитие в синтеза на магнитните наночастици е способността да се произведат големи количества (~40g) от монодисперсни магнитни наночастици, използвайки метални соли на реагентите [17]. Този метод позволява прецизен контрол на размерите на наночастиците (с отклонение от размерите <5%), чрез вариране на експерименталните условия. След синтеза на магнитните наночастици е необходимо те бъдат обвити с покритие, предотвратяващо агрегирането им и осигуряващо водоразтворимост и съвместимост с биомолекулите. Една от целите в развитието на обвивките за наночастици е ограничението на размера на частиците под 50 nm, тъй като частици по-големи от 50 nm се елиминират бързо от черния дроб и далака [18]. По-малките частици могат да се движат в кръвта по-дълго време, позволявайки да се визуализират различни човешки тъкани.

За обвиването на магнитни наночастици са развити разнообразни подходи, включително *in-situ* обвиване и пост-синтетично обвиване. При *in-situ* подхода, магнитните наночастици се обвиват по време на процеса на синтез. Например Джозефсън и др. [19] са развили процес на копреципитация в присъствие на полизахарида декстроза. В допълнение обвивката е химически омежена за по-голяма стабилност. Този конкретен метод е много успешен за получаването на декстринови суперпарамагнитни железни окиси, които са биосъвместими и водоразтворими, и могат да бъдат използвани за редица предклинични и клинични визуални изследвания. Други обвивки от този клас включват декстринова обвивка, обвивка на основата на скорбяла и обвивка на основата на дендримери.

Пост-синтетичните методи на обвиване, използвани за обвиване на магнитни наночастици, използват разнообразни амфи菲尔ни молекули, включително монослойни лиганди, полимери, комбинации от полимери и биомолекули като фосфолипиди и въглехидрати и силиконови обвивки. Повечето монослойни обвивки имат слаба колоидна стабилност, и поради токсичността

на капсулиращите лиганди, намират ограничено приложение за медицинска визуализация. Процесите, основаващи се на полимерно и силиконово обвиване, са трудни за контролиране, често довеждат до многослойни обвивки и множество наночастици в една и съща капсула. Частици с дебели обвивки, съдържащи полимер (polystyrene-coated SPIO-oral magnetic particles (OMP)) и силоксан (AMI-121), биват използвани главно за перорални препарати за визуализация чрез ЯМР в стомашно-чревния тракт.

Друг подход за обвиване, който оптимизира контраста, но произвежда големи частици, е чрез капсулиране на множество наночастици, всяка приблизително 16 nm в диаметър, в липозоми, създавайки магнитозоми с приблизително 40 nm в диаметър. Всяка магнитозома съдържа от един до шест кристалита железен окис, което може да доведе до широко разпределение на времената на релаксация в разтвора.

Наскоро Нитин и съавтори [16] разработиха обвивка на основата на полиетиленгликол: ПЕГ-модифицирани фосфолипидни мицели за функционализиране на супермагнитни наночастици от железен оксид. С дебелина  $\sim$  3-4 nm (определена с динамично разсейване на светлината и електронна микроскопия) ПЕГ-фосфолипидната обвивка води до висока водоразтворимост и стабилност и функционалните групи на модифицирания ПЕГ позволяват биоконюгация на различни биомолекули, включително протеини, олигонуклеотиди и пептиди преносители. Комбинирано с малки ( $\sim$  5-6 nm) магнитни наночастици, това тънко обвиване води до крайни размери от 12 до 14 nm, което може да позволи вътреклетъчно използване за специфични протеини и нуклеинови киселини.

### ***Биомедицински приложения***

Вече съществуват редица контрастни агенти на базата на SPIO, одобрени от Федералната агенция по лекарствата на САЩ [15]:

Агент	Размери	Органи мишени	Одобрение
AMI-121	300 nm	Стомах/черва	Одобрен
OMP	3.5 μm	Стомах/черва	Одобрен
AMI-25	80-150 nm	Черен дроб/далак	Одобрен
SHU 555A	62 nm	Черен дроб/далак, кръвообр.	Фаза III
AMI-277	20-40 nm	Лимфни възли, кръвообр.	Начален преглед
NC100150	20 nm	кръвообращение	В процес на разв.
Code 7228	30 nm	кръвообращение	Фаза II

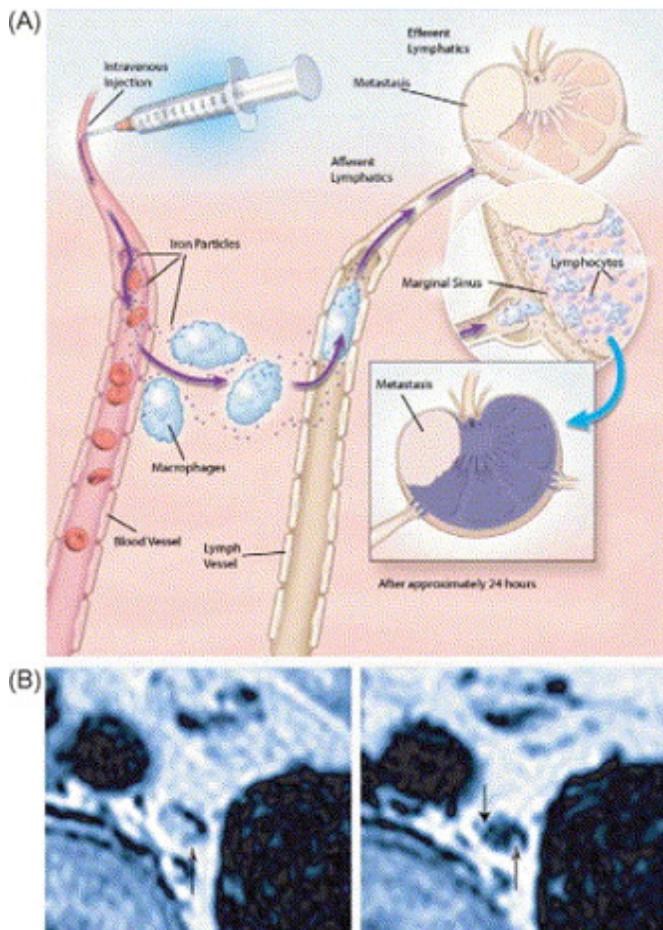
Най-широко използваният контрастен препарат на базата на железен ок-

сид (одобрен, AMI-25; вж. таблицата) е с размер на частиците 80-150 нм, което осигурява бързо натрупване в черния дроб и далака [20-23]. Детекцията на тумори става възможна, тъй като изображението на нормалната чернодробна тъкан потъмнява, защото тя поема SPIO чрез макрофагите си, докато включването на частиците в раковите тъкани, в които няма макрофаги, е невъзможно, поради което те се проявяват като светли петна (т. нар. отрицателно контрастиране).

Друг препарат (AMI-227), поради малкия размер на частиците (20-40 нм), се натрупва предимно в лимфните възли и костния мозък и следователно е много полезен за идентифициране на рак на лимфните възли и метастази [24-27] (вж. фигурата по-долу).

Друг вид частици, които се натрупват спонтанно в костния мозък и дават силен контраст, са магнетозомите. При тях обаче предстои да бъде демонстрирана разлика между болните и нормалните тъкани.

Независимо от големия напредък в развитието на магнитните наночастици като контрастни агенти за *in vivo* изследванията, очевидно е, че техният огромен потенциал тепърва ще се разгъва в редица направ-



*A) Схема на инжектиране на SPIO частици, неспецифично заловени от макрофагите, които се пренасят до лимфните възли. Натоварените с желязо макрофаги са тъмни (отрицателен контраст) в МРИ.*

*Тъканта с метастази не съдържа макрофаги и не е обект на отрицателния контраст, който се вижда при здравата лимфна тъкан.*

*B) Лимфен възел, изобразен с конвенционална МРИ техника (ляво) и след инжектиране на SPIO отрицателно контрастиращ агент (дясно). Стрелките сочат областта с метастази на лимфния възел, която не е добре изразена при конвенционалната МРИ техника [15].*

ления [28-30], като например създаването на мултифункционални нанононди.

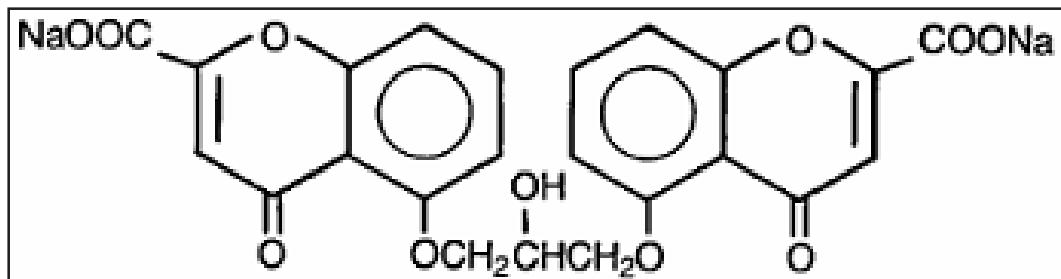
### **III. Декорация на биологични обекти с помощта на лиотропни хромонични течни кристали**

Особеността на течните кристали се състои в това, че от една страна те притежават подредена структура, а от друга имат висока чувствителност към изменението на тази подреденост в резултат на външни въздействия, което лесно може да се регистрира оптически. Благодарение на разнообразието от оптични ефекти съществуващи в течните кристали, те позволяват получаването на различни видове изображения – обемни и плоски, цветни и монохроматични, в реално време и с памет. Това ги прави изключително подходящи за изработка на различни видове сензори на базата на декорация на повърхността [31].

Един от първите открити лиотропни хромонични течни кристали (LCLC) е Disodium chromoglycate (DSCG). Известен е и под името Cromolin или INTAL. Наименованието на отделния изомер по IUPAC е 5,5'-[*(2-hydroxy-1,3-propanediyl)bis(oxy)]bis[4-oxo-4H-1-benzopyran-2-carboxylate*].

Молекулите на лиотропните хромонични течни кристали притежават относително твърда дисковидна (плочковидна) сърцевина от ароматни ядра и полярни (хидрофилни) групи по периферията. Структурните данни, получени чрез рентгенов анализ показват, че при агрегация те се подреждат „лице в лице“ към ароматните ядра, като обикновено образуват цилиндрични опаковки с ос, приблизително перпендикулярна на плоскостта на молекулата и разстояние между молекулите от около 0.34 нм. В резултат на твърдостта на молекулния им скелет геометрията на основната структурна единица при тях е по-различна от мицеларната, сферичната и цилиндрична структури или бислойната структура, формирани от гъвкавите амфи菲尔ни молекули при обикновените лиотропни течни кристали [32].

На фигурата по-долу са показани структурната формула и молекулният модел на Disodium chromoglycate.

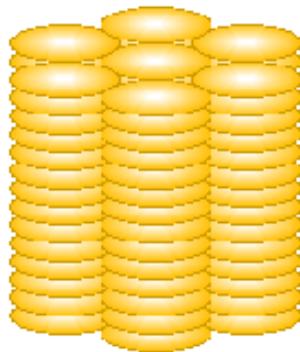


*Структурна формула на DSCG*

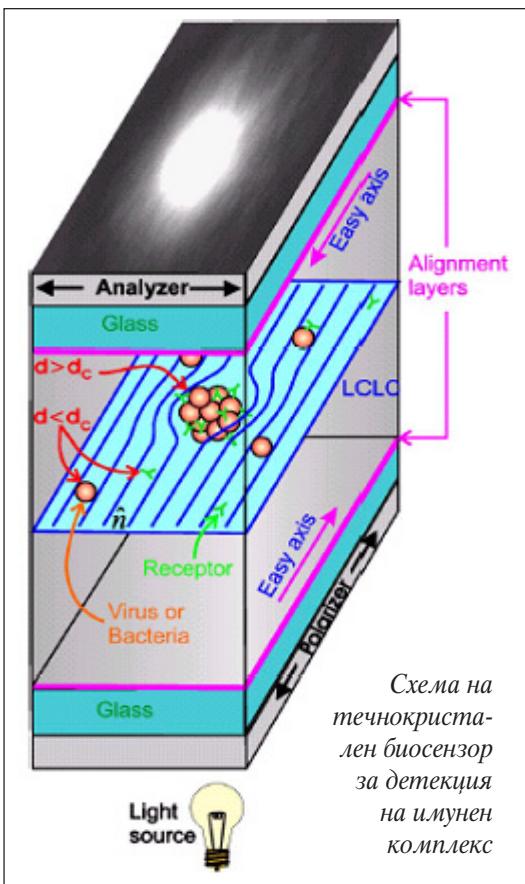
Той е най-изученият лиотропен хромоничен течен кристал. Една от причините за това е, че се използва като ефективно антиастматично лекарство, въпреки че не е установена ясна връзка между терапевтичния му ефект и неговите мезоморфни фази. Разтворен във вода DSCG образува две мезоморфни фази: едноосна нематична (N) и колонна фаза (M), в зависимост от концентрацията и температурата [33, 34, 35, 37]. Тези фази се наблюдават при концентрации от 3 wt% до 21 wt% и температури от –4°C до 35°C. При стайна температура нематичната мезофаза съществува при концентрации: 11.3 – 20.7 wt% (N), а колонната при: 20 – 38 wt% (M). При концентрация над 78 wt% преминава в кристална фаза (S). При 38 – 78 wt% се появява междинна фаза (M + S) [36]. За мезофазата M е характерно, че колоните са успоредни една на друга и са опаковани в шестоъгълна решетка:

При N мезофаза колоните са успоредни една на друга, но не образуват подредена структура, т. е. не съществува транслационен порядък, а само ориентационен. Тази мезофаза наподобява термотропен нематичен течен кристал от пръчковидни молекули. Ориентационния порядък е висок 0.76 – 0.97, в зависимост от концентрацията на DSCG.

На базата на лиотропни хромонични течни кристали могат да бъдат изработени биосензори за визуализация и детекция на различни биологични системи (бактерии, спори, вируси и др.). За тази цел се прилагат общите концепции на метода на декорация на дефекти с течни кристали [31]. Деформацията на течния кристал около една дори наноразмерна частица има микрометрични размери поради колективната ориентационна еластичност на течнокристалната среда, и поради това става добре видима в обикновен оптически микроскоп при поляризирана светлина. Преимущество на прилагането на хромонични течни кристали в този метод е фактът, че те не са токсични за повечето от изброените биообекти. На фигурата по-долу е показана примерна схема за такъв биосензор. Между две предметни стъклa се поставя изследваната биологична система и се запълва с лиотропен хромоничен течен кристал. За планарна ориентация на течния кристал, двете стъклa предварително са покрити с натрит в една и съща посока полимиid. В резултат на деформацията на течния кристал около биологичната система се променя ориентационната му подреденост. Тази промяна се регистрира с помощта на поляризационен микроскоп. За отделните видове биологични обекти наблюдаваните текстури са характерни, което прави метода на декорация удобен и лесен за идентификацията им [38, 39].



*Модел на колонната фаза на DSCG*



## Заключение

Лиотропните течни кристали от амфи菲尔ни молекули спадат към т. нар. мека материя. Тяхната самоорганизация се основава на хидрофобния ефект и по това разко се отличава напр. от кристализацията в преситен разтвор. Енергията на взаимодействие на хидрофобния ефект е значително по-ниска от тази на кристализацията. Като резултат вместо твърди кристали възникват течни кристали, чието континуално отнасяне е меко. Тази съществена особеност позволява на биосензорите и биомиметичните структури основани на мека материя да бъдат много по-чувствителни към слаби взаимодействия от твърдотелните, и най-вече да проявяват онай висока специфичност, характерна за живата материя, която те имитират.

## Литература

1. Aviram, A. and Ratner, M. A. (1974) Chem. Phys. Lett. **29**, 277-283.
2. Carter, F.L. (1982) Molecular electronic devices II, (ed) Marcel Dekker Inc., New York.
3. Кочев, В. и Карабалиев, М. (2003) Интерфейсните сензори, изд. Парадигма, София.
4. Villeneuve, L., Biotechnol. Appl. Biochem. (1999) **30**, 1-17.
5. Boyle, R. W. and Dolphin, D. (1996) Photochem. Photobiol. **64**, 469-485.
6. Kessel, D. (1996) Drugs Today **32**, 385-396.
7. Ochsner, M. (1997) J. Photochem. Photobiol., B **39**, 1-18.
8. Star, W. M. (1997) Phys. Med. Biol. **42**, 763-787.
9. Brasseur, N., et al. (1999) Br. J. Cancer **80**, 1533-1541.

10. Nostrum, C. F. van N. (2004) *Adv. Drug. Deliv. Rev.* **56**, 9-16.
11. Derycke, A.S.L. and de Witte, P.A.M., (2004) *Advanced Drug Delivery Reviews* **56**, 17-30.
12. Kessel, D (2004) *Advanced Drug Delivery Rewiews* **56**, 7-8.
13. Wood, M. L. and Hardy, P. A. (1993) *J. Magn. Reson. Imaging* **3** (1) p. 149.
14. Sheidler, J., et al. (1993) *J. Magn. Reson. Imaging* **7** (6) p. 1027.
15. LaConte, L., et al. (2005) *Materialstoday* **8** (5) p. 32.
16. Nitin, N., et al. (2004) *J. Biol. Inorg. Chem.* **9** (6) p. 706.
17. Park, J., et al. (2004) *Nat. Mater.* **3** (12) p. 891.
18. Remsen, L.G., et al. (1996) *AJNR Am. J. Neuroradiol.* **17** (3) p. 411.
19. Palmacci, S. and Josephson, L. (1993) *Advanced Magnetics*, Inc, USA.
20. Weissleder, R. (1994) *Radiology* **193** (3) p. 593.
21. Stark, D.D., et al. (1988) *Radiology* **168** (2) p. 297.
22. Pouliquen, D., et al. (1993) *J. Magn. Reson. Imaging* **11** (2) p. 219.
23. Pouliquen, D., et al. (1989) *J. Magn. Reson. Imaging* **7** (6) p. 619.
24. Vassallo, P., et al. (1995) *Invest. Radiol.* **30** (12) p. 706.
25. Anzai, Y., et al. (1994) *Radiology* **192** (3) p. 709.
26. Anzai, Y., et al. (1994) *AJNR Am.J. Neuroradiol.* **15** (1) p. 87.
27. Deserno, W. M., et al. (2004) *Radiology* **233** (2) p. 449.
28. Weissleder, R. (1991) *Magn. Reson. Med.* **22** (2) p. 209.
29. Hogemann, D., et al. (2000) *Bioconjugate Chem.* **11** (6) p. 941.
30. Weissleder, R. and Mahmood, U. (2001) *Radiology* **219** (2) p. 316.
31. Томилин, М. Г., Взаимодействие жидкких кристаллов с поверхностью (2001) изд. Политехника, Санкт – Петербург.
32. Nastishin, Yu. A., et al. (2004) *Phys. Rev. E* **70**, 051706-1.
33. Lydon, J. E. (1998) in *Handbook of Liquid Crystals*, edited by D. Demos, Wiley-VCH, New York, **2B**, Chap. XVIII, 981-1007.
34. Attwood, T.K., Lydon, J.E. and Jones, F. (1986) *Liq. Cryst.*, **1** (6) 499.
35. Lydon, J. (2004) *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.*, **8**, 480.
36. Perahia, D., et al. (1984) *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **108**, 107.
37. Attwood, T. K. and Lydon, J. E. (1984) *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **108**, 349.
38. Shiyanovskii, S.V., et al. (2005) *Phys. Rev. E* **71**, 020702-1.
39. Woolverton, C. J. (2005) *Liq. Cryst.*, **32**, (4), 417-423.

# КВАНТУВАНЕ В ГРАВИТАЦИОННО ПОЛЕ – ЕКСПЕРИМЕНТ СЪС СВРЪХОХЛАДЕНИ НЕУТРОНИ

Динко Динев

Известно е, че електрон, поместен в електромагнитно поле, притежава дискретен набор от квантови състояния и това се проявява най-добре в строежа на атомите. Частица, поместена в гравитационно поле, също трябва да притежава дискретен набор от квантови състояния. Но понеже гравитационното взаимодействие е много по-слабо от електромагнитното, да се наблюдава квантуване в гравитационно поле е много трудна експериментална задача. Енергетичните нива в гравитационно поле са толкова близко разположени, че от практическа гледна точка могат да се разглеждат като образуващи единен континуум.

Неutronите са електрически неутрални частици и са свободни от смущаващи странични взаимодействия. Те притежават голямо време на живот –  $T_{1/2}(n) = 11.7 \text{ min}$  и имат малка маса –  $m_n = 1.675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ . Това ги прави много подходящи за пробни частици при експерименталното наблюдаване на квантуването в гравитационно поле.

През 2002 г. група изследователи от института Лауе-Ланжвен в Гренобъл, Франция (ILL, Grenoble), от Санкт-Петербургския институт за ядрена физика (ИЯФ, Гатчина) и от Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна (ОИЯИ, Дубна), водени от Валерий Несвижевски (Valery V. Nesvizhevsky), осъществиха прецизен експеримент със свръхохладени неutronи (ultra cold neutrons, UCNs). Той демонстрира съществуването на дискретни квантови състояния на неutronите в потенциалната яма, образувана от хоризонтално разположено огледало за неutronи и земното гравитационно поле.

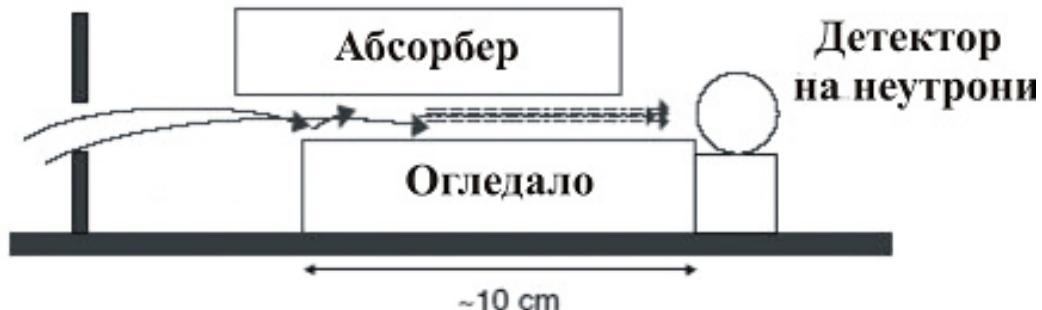
Принципна схема на експеримента е показана на Фиг. 1.

Естествено не е възможно просто да се пуснат неutronите от дадена височина и след това да се измери разпределението на неutronната плътност като функция на височината. Ако това можеше да се реализира, щеше да се наблюдава, че вертикалното движение на неutronите не е непрекъснато, а се състои от скокове от една височина на друга, в пълно съответствие с предсказанията на квантовата механика.

Вместо това, в експеримента на групата на В. Несвижевски сноп от UCNs се насочва хоризонтално над едно огледало за неutronи.

Взети са специални мерки за отстраняването на всички възможни странични взаимодействия и на вибрациите, така че движението на неutronите

## Колиматор



**Фиг. 1.** Схема на експеримента за регистриране на квантуване в гравитационно поле с помощта на неутрони. Големината на вертикалната скорост на неутроните се определя от височината на процепа между абсорбера и огледалото. Хоризонталната скорост на неутроните се регулира чрез един допълнителен колиматор.

може да се разглежда като сума от едно хоризонтално движение с постоянна скорост и едно вертикално движение под действието на земното гравитационно поле и на отразяването от огледалото.

Във вертикално направление неутроните се движат в потенциалната яма:

$$V(z) = \begin{cases} \infty, & z \leq 0 \\ mgz, & z > 0 \end{cases} \quad (1)$$

където  $z$  е вертикалната координата с начало в огледалото.

Уравнението на Шрьодингер за частица с маса  $m$  поместена в тази потенциална яма е:

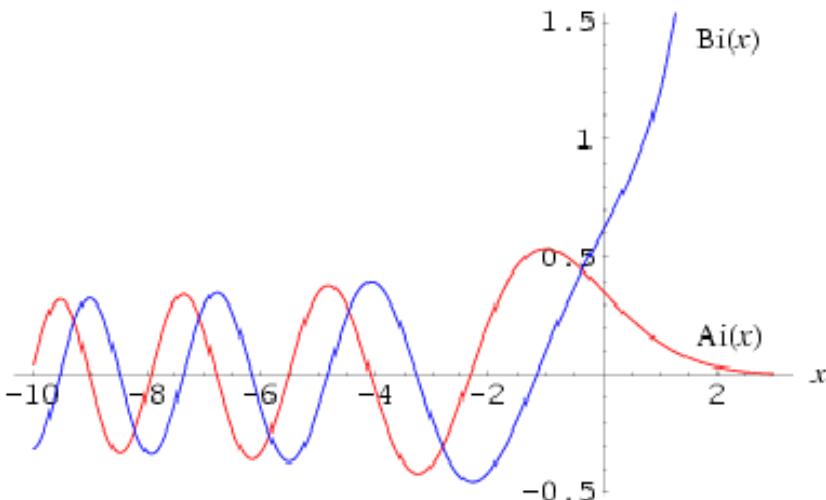
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \Psi}{dz^2} + m g z \Psi = E \Psi \quad (2)$$

Чрез смяна на независимата променлива това уравнение може да се сведе до уравнение от вида:

$$\frac{d^2 \Psi}{dx^2} - x \Psi = 0 \quad (3)$$

Общото решение на това уравнение не може да се изрази с аналитични функции, а се изразява чрез две линейно независими специални функции  $Ai(x)$  и  $Bi(x)$ , наречени функции на Айри (Airy) – Фиг. 2.

$$\Psi = A Ai(x) + B Bi(x) \quad (4)$$



Фиг. 2. Функции на Айри  $Ai(x)$ ,  $Bi(x)$

От граничното условие  $\psi = 0$  при  $z = 0$  и  $x = 0$  се получават собствените стойности на енергията (енергетичните нива):

$$E_i = \left( \frac{\hbar^2 g^2 m}{2} \right) a_i \quad (5)$$

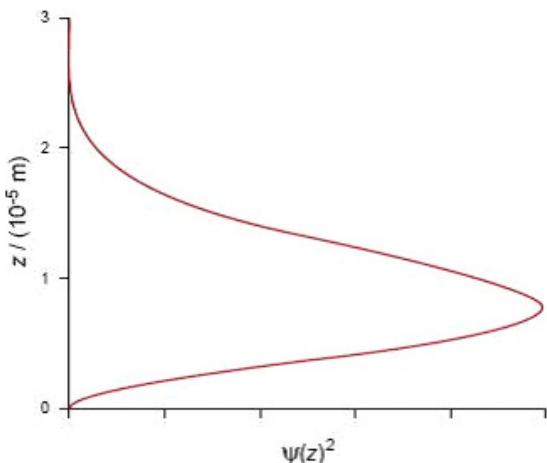
където  $a_i$  са корените на функцията  $Ai(x)$ . Първите пет корена на  $Ai(x)$  са: 2.33810, 4.08794, 5.52055, 6.78670, 7.94413.

Съответните вълнови функции са:

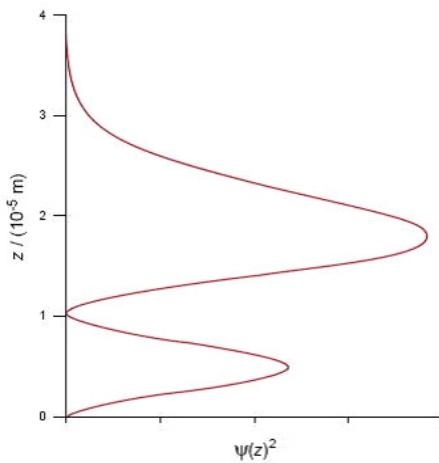
$$\Psi_i(z) = \frac{Ai\left[\left(\frac{2m^2g}{\hbar^2}\right)^{1/3} z - a_i\right]}{\left(\int_0^\infty \Psi_i(z)^2 dz\right)^{1/2}} \quad (6)$$

Първите четири енергетични нива са:  $E_1 = 1.4$  peV,  $E_2 = 2.4$  peV,  $E_3 = 3.32$  peV и  $E_4 = 4.08$  peV. Ще напомним, че  $1 \text{ peV} = 10^{-12} \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-31} \text{ J}$ , т. е. това е една много малка енергия.

За да се получи представа за порядъка на величините, ще отбележим, че 1 peV отговаря в класическо приближение на енергията, необходима за повдигане на неутрона с  $10 \mu\text{m}$  срещу силата на земното притегляне. На основно то енергетично ниво  $E_1$  отговаря в това класическо приближение височина  $z_1 \approx 15 \mu\text{m}$  и скорост  $1.6 \text{ cm/s}$ . Оттук следва, че за експерименталното наблюдаване на квантуването в земното гравитационно поле трябва да се използват свръххладени неутрони (UCNs).



Фиг. 3. Вълнова функция на неутрона в основно състояние



Фиг. 4. Вълнова функция на неутрона в първото възбудено състояние

На Фиг. 3 и 4 са показани стойностите на квадрата на вълновата функция  $\psi(z)^2$ , които определят плътността на вероятността да се намери неутрона на височина  $z$ , за основното ( $E_1$ ) и за първото възбудено състояние ( $E_2$ ).

Ще отбележим, че разликата в енергията на тези две най-ниски енергетични нива  $\Delta E = E_2 - E_1 = 1.1 \text{ peV}$  е много малка величина, така че не може да се мисли за прилагането на някакъв вид спектроскопични методи, както например при атомите.

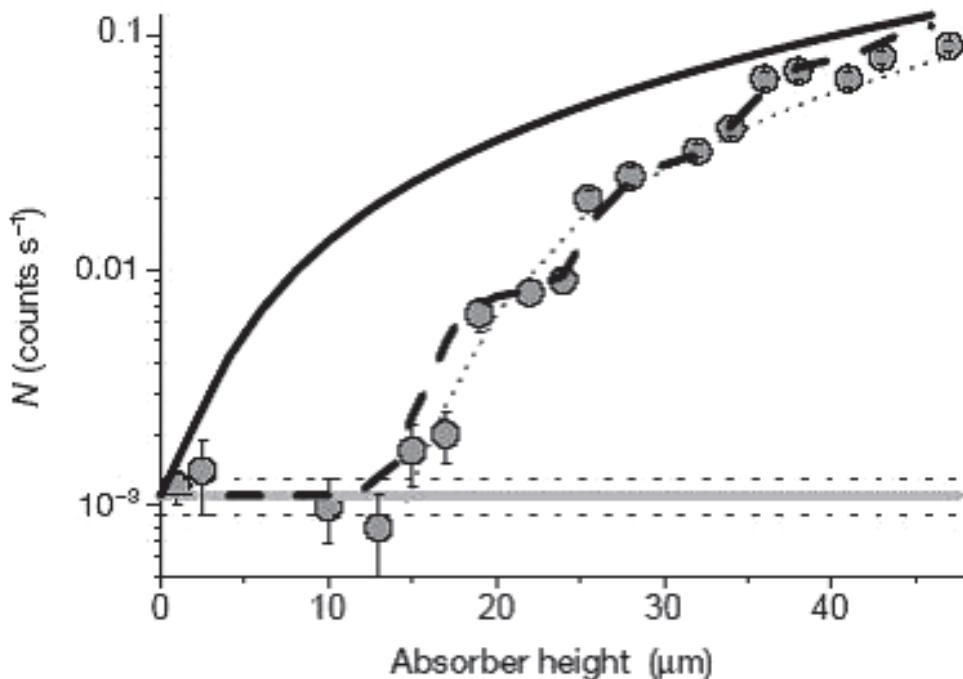
В експеримента са използвани UCNs със скорости по-малки от 8 m/s.

Измерва се броят на неutronите  $N$ , преминали през процепа между огледалото и разположеният над него абсорбер на неutronи като функция на височината на този процеп  $a_z$ . Процепът действа като селектор на вертикалната компонента на скоростта на UCNs. В класическо приближение траекторията на неutronите е една парабола.

Като се имат предвид Фиг. 3 и 4, може да се очаква, че броят на преминалите неutronи  $N$  ще се изменя на скокове с изменението на височината на процепа  $a_z$ . Когато  $a_z$  стане равно на ширината на основното квантово състояние, то  $N$  трябва да нарасне скокообразно. Второ скокообразно нарастване на  $N$  трябва да се очаква, когато  $a_z$  премине през ширината на първото възбудено състояние.

Обратно, при много широк процеп броят на преминалите неutronи трябва да се доближава до класическата зависимост  $N \sim a_z^{3/2}$  и кривата  $N(a_z)$  да стане плавна.

Експерименталните резултати са показани на Фиг. 5.



**Фиг. 5.** Зависимост на интензитета на регистрираните неутрони от височината на процепа между огледалото и абсорбера. Експерименталните точки са разположени през 2  $\mu\text{м}$ . Пунктираната линия отговаря на квантово-механичното описание на явлението. Пътната линия отговаря на класическото описание. Точковата линия отговаря на квантово-механично разглеждане, в което се отчита само основното състояние на неutronите. Хоризонталната пътна линия и двете хоризонтални точкови линии показват фона на детектора и доверителния интервал, получени при отсъствието на източник на неутрони.

При  $a_z \leq 15 \mu\text{м}$  процепът между огледалото и абсорбера на неутрони може да пропуска само неутрони с енергия по-малка от енергията на основното състояние и следователно процепът става непрозрачен за неутроните.

При  $a_z \approx 20 \mu\text{м}$  се забелязва скокообразно нарастване в броя на регистрираните неутрони, в пълно съгласие с Фиг. 3 и 4.

Да пресметнем числено вероятността  $P(a_z)$  един неутрон, намиращ се в основно състояние, да се окаже в абсорбера. Като използваме формулата:

$$P(a_z) = \int_{a_z}^{\infty} \Psi_1(z)^2 dz, \quad (7)$$

се получава следната таблица:

Височина на процепа, $a_z$ , $\mu\text{м}$	Вероятност, $P(a_z)$
10	0.380
15	0.089
20	0.012
25	0.001

Вижда се, че вероятността да се намери един неутрон в абсорбера и да се погълне от него намалява рязко при  $a_z \approx 20 \mu\text{м}$ .

Отчитането на първото възбудено състояние води до един по-малък скок в броя на преминалите неutronи N при  $a_z \approx 30 \mu\text{м}$ .

Експериментът със свръхохладени неutronи на групата на В. Несвижевски за наблюдаване на квантуване на състоянието на неutronите в земното гравитационно поле представлява поредната блестяща манифестиация на силата на квантовата механика.

### Литература

1. V. V. Nesvizhevsky et al. Quantum States in the Earth's Gravitational Field. *Nature*, V. 415, 2002, pp. 297– 299
2. V. V. Nesvizhevsky et al. Search for Quantum States of the Neutron in a Gravitational Field. *Nuclear Instruments and Methods*, V. 440, 2000, pp. 754-759

Абонирайте се за „Светът на физиката“ на адреса на редакцията – в канцеларията на СФБ или в тази на Софийския клон на СФБ и във всички пощенски станции – кат. № 1686.

**Годишен абонамент – десет (10) лева.**

За ученици, аспиранти и пенсионери – пет (5) лева.

## ЗВУЧАЩИ ИДЕИ

**Т. Горишний, М. Малдован, Ч. Улал, Е. Томас**

*Фононните кристали са изкуствено създадени материали от нов тип, които позволяват изключителен контрол върху фононите, звуковите и други механични вълни. Авторите на тази статия, публикувана в декемврийския брой на сп. Physics World за 2005 г. разглеждат някои нови и революционни резултати в акустиката. Тези резултати са обобщени в следния списък.*

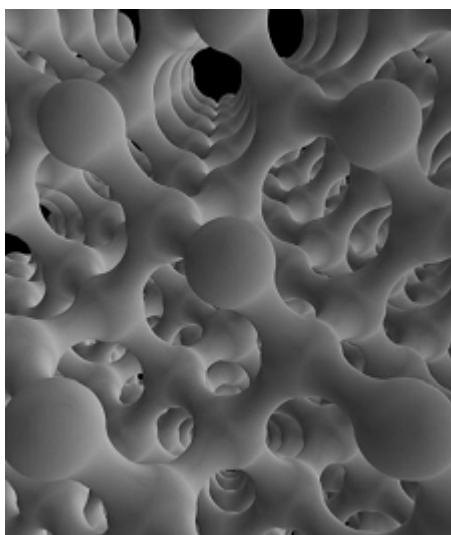
• Когато една вълна се разпространява през периодична структура, интерференцията води до образуването на забранени зони (*band gaps*), които препятстват разпространението на вълни с определени честоти през структурата.

• Забранени зони са наблюдавани при електронните вълни в полупроводници, електромагнитните вълни във фотонни кристали и звуковите вълни във фононни кристали.

• Периодичното изменение на плътността и/или на скоростта на звука, необходимо да се създаде един фононен кристал, може да се постигне чрез създаването на въздушни дупки в една твърдотелна структура.

• Явлението „отрицателен показател на пречупване“, което може да се използва за създаването на една „суперлеща“, фокусираща под дифракционната граница, е наблюдавано и при фононните кристали.

• Промяната на дисперсионната крива на фононите както вътре, така и извън забранената зона, може да доведе до „пробив“ както във фундаменталните изследвания, така и в приложението.



*Фиг. 1. Структура на диаманта*

Вълнуващо е да се съзерцава абстрактната красота на кристалите, с безкрайния брой атоми, заемащи точно определени положения в една пространствена решетка, притежаваща идеален ред и висока степен на симетрия. Достатъчно е само да погледнем блестящия външен вид и изключителните свойства на скъпоценните камъни, за да станем свидетели на последствията от това прецизно подреждане на атомите (фиг.1).

Тази картина на кристалите е много привлекателна, но не е абсолютно точна.

Дори в един идеален кристал атомите никога не са статични, те се намират в постоянно хаотично движение около своите равновесни положения. Учените дълго време считаха, че не е възможно да се управлява това хаотично топлинно движение. Но един нов клас изкуствено създадени материали, известни като „фононни кристали“, могат да направят възможен подобен контрол.

Фононните кристали използват фундаменталните свойства на вълните (като разсейване и интерференция), за да създадат „забранени зони“ – ивици от дължини на вълната или от честоти, в които вълните не могат да се разпространяват през структурата. Това явление е добре известно във физиката: електроните в един полупроводник могат да заемат само определени енергетични зони, а фотонните кристали позволяват само на светлина с честоти, лежащи в определени честотни области, да се разпространява в тях. Забранената зона в един фотонен кристал се създава чрез периодичното изменение на показателя на пречупване в една изкуствено създадена структура. В един фотонен кристал плътността и/или еластичните константи на структурата се изменят периодично. Това променя скоростта на звука в кристала, което от своя страна води до формирането на забранена зона за фононите.

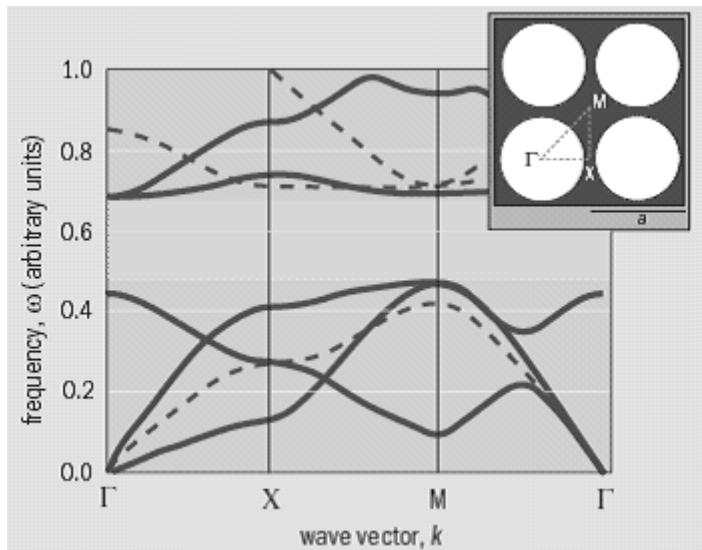
Но защо изобщо говорим за вълни, когато разглеждаме хаотичното движение на атомите? Причината е, че атомите в твърдото тяло не се движат независимо един от друг – те са свързани чрез химични връзки. Когато един атом се отмести от свое то равновесно положение, той упражнява сила върху своите съседи и ги заставя да се движат. Тези атоми след това заставят техните съседни атоми да се движат, крайният резултат на което е създаването на „фонон“ – специална вълна на деформация на кристалната решетка, която се разпространява в твърдото тяло.

### **Каква е причината за възникването на забранени зони?**

Акустичните вълни се различават от светлинните по няколко неща. Акустичните вълни са механични вълни, което означава, че не могат да се разпространяват във вакуум, докато светлинните вълни са електромагнитни вълни и могат да се разпространяват и във вакуум. Най-общо казано, механичните вълни в газ или в течност се наричат акустични вълни, докато тези в твърди тела се наричат еластични вълни.

Има и други важни различия между механичните и електромагнитните вълни. Докато една светлинна вълна може да има две независими поляризации, една еластична вълна в еднородно твърдо тяло има три независими поляризации: две напречни (вълни на отместване) и една надлъжна (вълна на свиване). Но понеже вълните на отместване не възникват в течности и в газове, една акустична вълна има само надлъжна поляризация.

Разпространението на механични вълни в никаква среда се описва обик-



**Фиг. 2.** Един двумерен фононен кристал може да се направи чрез разполагането на пълни с въздух цилиндри, в твърдотелна матрица, така че скоростта на звука да се изменя периодично. Дисперсионното съотношение – зависимостта на честотата  $\omega$  от вълновия вектор  $k$  за различни фонони в тази структура, показва, че в някакъв интервал от честоти вълните не могат да се разпространяват. Това е фононната забранена зона. В еднородни материали дисперсионното съотношение е просто:  $\omega = c \cdot k$ , където  $c$  е скоростта на звука и представлява права линия. Направленията с най-висока симетрия в тази структура са  $\Gamma - X$  и  $\Gamma - M$ .

различни материала. На всяка гранична повърхност между слоевете падаща вълна предава част от своята енергия на вторични, отразени вълни, които след това интерферират една с друга. Ако тази интерференция е конструктивна, цялата енергия на оригиналната вълна се отразява назад и вълната не може да се разпространява през кристала. От друга страна, ако интерференцията е деструктивна, тогава цялата енергия на оригиналната вълна се предава през кристала. Следователно конструктивната интерференция на вторичните вълни има за резултат възникването на забранена зона, докато деструктивната интерференция води до формирането на ивици на пропускане на вълната.

Условието за конструктивна интерференция е просто – разликата в пътя между интерфериращите вълни трябва да бъде равна на цяло число, умножено по дължината на вълната  $\lambda$ . Тъй като разликата в пътя се определя от параметъра на кристалната решетка  $a$ , лесно може да се види, че конструк-

новено чрез дисперсионното съотношение, кое-то свързва честотата щ и вълновия вектор  $k$  на вълната. Дисперсионното съотношение за вълни, разпространяващи се в еднородна среда, е много просто:  $\omega = c \cdot k$ , където  $c$  е скоростта на звука в средата. За нееднородни материали, такива като фононните кристали (Фиг. 2), дисперсионните съотношения са по-сложни.

Но защо някои вълни не могат да се разпространяват във фононните кристали?

За да получим една интуитивна представа за това как се формира една забранена зона, ще разгледаме единомерен кристал, съставен от редуващи се слоеве от два

тивна интерференция се осъществява, когато параметърът на решетката е сравним с дължината на вълната. И тъй като честотата е обратно пропорционална на дължината на вълната, средната честота на забранената зона,  $\omega_g$  е също обратно пропорционална на параметъра на решетката:  $\omega_g \sim 1/\lambda \sim 1/a$ . В резултат на това, ние можем да създадем забранени зони за всяка честота или дължина на вълната, която изберем, като просто променим размера на единичната клетка.

Ширината на забранената зона е пряко свързана с отношението на плътностите и на скоростите на звука в различните слоеве: колкото по-голямо е това отношение, толкова по-широка е забранената зона.

Нещо повече, положението и ширината на забранената зона зависи от направлението на разпространение на вълните, тъй като разликата в пътя зависи от ъгъла на падане.

Някои фононни кристали притежават забранена зона за вълни, които се разпространяват в произволно направление. Такива забранени зони се наричат абсолютни или пълни забранени зони. Други материали имат само частични забранени зони, които спират само вълни, разпространяващи се в определено направление.

Лесно се вижда, че един едномерен кристал няма абсолютна забранена зона, тъй като неговите механични свойства варират само в едно направление. Вълни, разпространяващи се под прав ъгъл към това направление, няма да се отразяват и следователно в това направление няма да има забранена зона.

### **Симетрия и фононни забранени зони**

Как можем да създадем фононен кристал, който да притежава пълна забранена зона?

От нашия едномерен пример е ясно, че плътността и скоростта на звука трябва да се изменят периодично и в трите пространствени направления. Обаче много малко тримерни периодични структури формират пълна забранена зона. Все още има големи трудности при създаването на структури, притежаващи широки забранени зони.

За електромагнитни вълни, които имат само две независими (напречни) поляризации, синусоидалната модулация на диелектричната константа в някои направления създава фотонни кристали с абсолютни забранени зони за три различни, притежаващи висока степен на симетрия кристални решетки: приста кубична, обемноцентрирана кубична и страничноцентрирана кубична решетки. Структурата на диаманта, която е една страничноцентрирана кубична решетка, притежава най-широката забранена зона за дадена стойност на диелектричната константа.

Механичните вълни в едно твърдо тяло могат да имат както надлъжни,

така и напречни компоненти. Във флуиди са разрешени само надлъжни вълни. Поради това, ако искаме да имаме пълна фононна забранена зона, трябва да създадем структури, които притежават забранени зони както за надлъжни, така и за напречни вълни, в една и съща честотна област.

Това може да бъде по-трудно отколкото за фотонните кристали, тъй като електромагнитните вълни имат само напречни моди.

Търсенето на структури, притежаващи пълни фононни забранени зони започна през 1992 г. с теоретичната работа на М. Сигала (Michael Sigala) и Е. Економу (Elefterios Economou) по времето, когато работиха в Университета на щата Айова, САЩ. Те показваха, че структури, които се състоят от една периодична тримерна решетка, съставена от еднакви сфери с висока плътност, разположени в матрица с ниска плътност, формират фононни забранени зони. Тези структури могат да бъдат или от типа „твърдо тяло-твърдо тяло“ или от типа „течност-течност“.

Въпреки обстоятелството, че еластичните вълни се разпространяват с две различни скорости в твърди тела, а акустичните вълни се разпространяват с една единствена скорост във флуиди, Сигала и Економу предсказаха, че пълни фононни забранени зони би трябвало да съществуват в структури от типа „твърдо тяло-флуид“ и също така от типа „твърдо тяло-твърдо тяло“ и „флуид-флуид“.

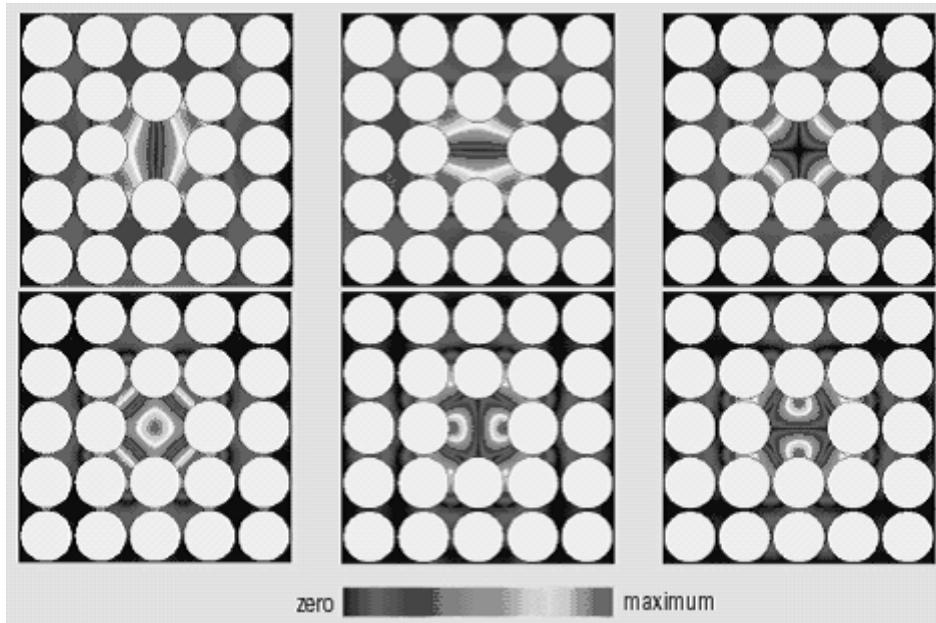
Няколко месеца по-късно те показваха, че един неограничен двумерен массив от успоредни цилиндри с висока плътност, внедрени в матрица с ниска плътност, също би трябвало да притежава пълна забранена зона в тези две измерения.

Без да знаят за тази работа, М. Кушуаха (Mauvir Kushwaha) от Автономния университет в Пуебла, Испания и неговите сътрудници съобщиха през 1993 г. за съществуването на фононни забранени зони за поляризиран еластични вълни в двумерни еластични системи.

Съществуването на структури с пълна фононна забранена зона има очевидни приложения. Например – един фононен кристал ще отразява падащите звукови вълни с честоти, лежащи в забранената зона, и би могъл да се използва като акустичен изолатор. Нещо повече – създаването на дефекти в структурата позволява звуковите вълни с честоти, лежащи в забранената зона, да се захванат близо до един точковиден дефект (Фиг. 3) или да се насочат по направление на линейно разположени дефекти.

### **Фононни кристали и звук**

Различните манипулации със звук са може би най-очевидните приложения на фононните кристали. Звукът е безкрайно важен за общуване и предаване на информация или просто като музика и ритъм, които имат естетична стойност.

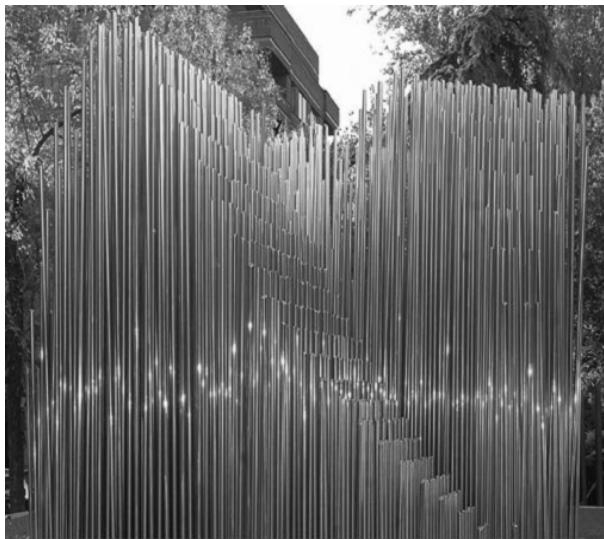


**Фиг. 3.** Чрез отстраняването на единичен цилиндър от квадратната решетка на Фиг. 2 можем да локализираме звука в така създадения дефект. Звукът на тази фигура е показан чрез полето на отместването в направление перпендикулярен на фигурата. Амплитудите на отместването са дадени чрез цветната скала в долната част на фигурата. Честотата на звука нараства когато се движим отляво надясно и отгоре надолу.

За човешкия слух звукът е съставен от акустични вълни с честоти между 20 Hz и 20 kHz или с дължини на вълната между метри и няколко десети от сантиметъра. Следователно, ако съберем периодична структура с константа на решетката лежаща в този интервал, можем да очакваме тези структури да не пропускат звука и да действат като звукови огледала.

Знаменита илюстрация на звуковите свойства на една периодична структура беше дадена от Ф. Месегуер (Francisco Meseguer) и неговите сътрудници от Института за изследване на материалите в Мадрид, Испания през 1995 г., когато те изследваха акустичните характеристики на една кинетична скулптура от Е. Семпере (Eusebio Sempere) (Фиг. 4).

Освен, че тази скулптура е визуално впечатляваща, Месегуер и неговите сътрудници показваха, че тя притежава звукова забранена зона. Те измериха преминаването на звукови вълни през скулптурата като функция от честотата и направлението. Те намериха, че звук разпространяващ се перпендикулярен на осите на цилиндрите силно се отслабва при честота 1670 Hz – резултат, който представлява първото експериментално доказателство за съществу-



**Фиг. 4.** Кинематичната скулптора от Е. Семпере (Eusebio Sempere) се състои от периодичен масив, съдържащ кухи цилиндри от неръждаема стомана, наредени върху квадратна площ. През 1995 г. сътрудниците от Института за изследване на материалите в Мадрид показваха, че скулптурата силно отслабва звукови вълни с определени честоти. Това беше първото експериментално доказателство за съществуването на фононни забранени зони в периодични структури.

вуването на фононни забранени зони в периодични структури (Nature, v. 378, p. 241).

За да създаде фононна забранена зона в звуковата област, една структура трябва да бъде широка няколко метра. Това обстоятелство не представлява проблем за архитектурната акустика, но не е практично в много други случаи, например при слушалки и говорители. Ако обаче се преместим в ултразвуковата област, където дължините на вълните са много по-къси, фононните кристали стават много малки (от сантиметри до части от милиметъра). Тези малки размери, заедно с един отрицателен показател на пречупване, създаването на звукови „суперлещи“ и други подобни постижения биха довели до широк спектър от приложения на фононните кристали.

### **Ултразвук, отрицателен показател на пречупване и суперлещи**

Една от горещите теми в оптиката през последните пет години е възможността да се създаде „суперлеща“ от материал, който притежава отрицателен показател на пречупване. И подобно на това как фотонните забранени зони бяха последвани от откриването на фононните забранени зони, неотдавнашният напредък в създаването на суперлещи за електромагнитни вълни стимулираха усилията да се създадат и суперлещи за акустични вълни.

Най-общо казано една конвенционална леща не може да създаде изображение с детайли, по-фини от дължината на вълната на светлината, която лещата фокусира. Обаче суперлещи, направени от материал с отрицателен показател на пречупване, могат да преодолеят това дифракционно ограничение. Нещо повече – подобни суперлещи дори не трябва да притежават някаква специална (сферична) форма. Тънка, плоска пластинка от материал с отри-

цателен показател на пречупване действа като суперлеща, което означава, че подобни суперлещи са много по-прости за производство.

В оптиката трудността беше да се създадат материали, които притежават отрицателен показател на пречупване за светлина с подходяща дължина на вълната (виж „Суперлещите разчупват оптичните бариери“, Physics World, August, 2005, pp. 23-24). Последните изследвания показват, че е възможно да се създадат акустични суперлещи, използвайки фононни кристали.

Скоростта на светлината или на звука в една среда зависи от показателя на пречупване на тази среда. И когато светлина или звук преминава от една среда в друга, имаща различен показател на пречупване, както скоростта им така и направлението им на движение се променят. Това е добре известното явление пречупване. Повечето традиционни материали изпитват положително пречупване, но някои специално създадени материали могат да изпитват отрицателно пречупване (Фиг. 5).

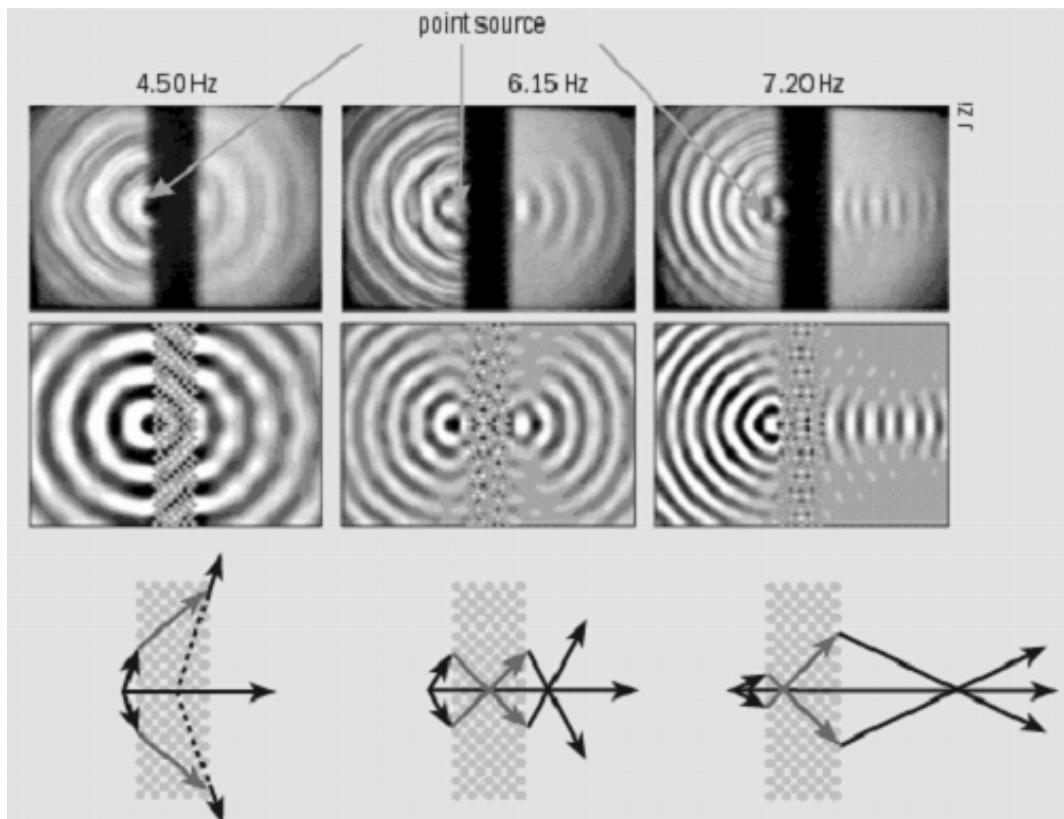
Отрицателно пречупване при фононни кристали е възможно при прилагането на многократно разсейване на звуковите вълни на границата твърдо тяло-въздух.

За да се получи една интуитивна представа за явлението отрицателно пречупване (отрицателен показател на пречупване), ще разгледаме една звукова вълна, движеща се в еднородна среда, която среща фононен кристал под ъгъл. Можем да считаме, че звуковата вълна има две компоненти: едната се разпространява успоредно на граничната повърхност, а другата – под прав ъгъл към нея. Отрицателно пречупване ще се получи, ако направлението на разпространение на паралелната компонента се обърне, а това на нормалната компонента не се промени. Това е възможно, ако успоредната компонента се отрази от фононния кристал, а нормалната компонента се пропусне от него.

През 2004 г. К. Занг (Xiandong Zhang) от Пекинския университет, Китай и З. Лиу (Zhengyou Liu) от Университета в Утан, Китай предсказаха, че отрицателно пречупване може да се получи в двумерни хексагонални кристали от типа „флуид-флуид“, съставени от водни цилиндри в живачна матрица. Те приложиха детайллен анализ на фононната ивична диаграма, за да изведат условията за отрицателно пречупване на акустични вълни при произволен ъгъл на падане и моделираха разпространението на вълна през пластинка от материал с отрицателен показател на пречупване.

Междувременно Ж. Зи (Jian Zi) и неговите сътрудници от университета във Фудан, Китай демонстрираха през 2004 г. за първи път експериментално една суперлеща за повърхнинни вълни в течност (Фиг. 5).

Създаването на суперлеща за акустични вълни би представлявало важно постижение с оглед на разнообразните приложения на ултразвук.



**Фиг. 5.** Ж. Зи (Jian Zi) и неговите сътрудници от университета във Фудан, Китай показваха, че повърхнинни вълни изпитват отрицателно пречупване, когато срещнат плоска пластина, състояща се от медни цилиндри, разположени в един квадратен масив с размери  $10 \times 10$  mm (най-дясната колона, *Phys. Rev. E*, v. 69, p. 030201). Горният ред показва експерименталните резултати, средният ред показва резултатите от моделирането, а на долния ред явление е показано схематично. При честота  $4.50$  Hz се формира едно недействително (виртуално) изображение вътре в пластината с цилиндрите. Това отговаря на положително (стандартно) пречупване – лявата колона. При честота  $6.15$  Hz в резултат на отрицателно пречупване се създава вече действително изображение – средната колона. При честота  $7.20$  Hz не се създава изображение, но отрицателното пречупване има за резултат една добре колимирана вълна.

### Хиперзвук и управление на топлината

Дължините на вълната при хиперзвукът са даже по-къси от тези при ултразвук. Те са по-малки от  $10$  μm, което отговаря на честоти по-високи от  $100$  MHz. Поведението на хиперзвуковите фонони е от съществено значение за много физични явления в материалите. Например – взаимодействието между електроните и високочестотните фонони определя ефективността на

спонтанната емисия на светлина в силиций и в други полупроводникови материали, които притежават „индириктна“ електронна забранена зона. Поголям контрол върху фононите в силиция би могъл да доведе следователно до високо ефективни излъчващи светлина прибори. Създаването на такива прибори е главна задача на оптоелектронната индустрия.

Хиперзвуковите фононни кристали биха могли също да имат голямо значение за управлението на топлината. Топлинната енергия в твърдите тела се пренася главно от електроните и фононите. Приносът на електроните е важен за материали с голям брой свободни носители, каквито са металите. От друга страна топлинната проводимост на диелектриците и на повечето полупроводници се определя главно от фононите. Наличието на фононни забранени зони би намалило потока на фонони и следователно би намалило и топлинната проводимост на твърдото тяло. Това може да се окаже много полезно за термоелектричните прибори, които преобразуват директно топлинната енергия в електрическа.

Величината, която характеризира ефективността на един термоелектрически прибор е  $ZT$ . Тя е пропорционална на  $ZT \sim \sigma/(k_e + k_{ph})$ , където  $\sigma$  е електронната проводимост, а  $k_e$  и  $k_{ph}$  са коефициентите на електронна и на фононна топлопроводност. Ако намалим коефициента на електронна топлопроводност  $k_e$ , ще намалим едновременно и коефициента на електронна проводимост  $\sigma$ , а това означава, че величината  $ZT$  няма да се увеличи. Обаче, ако чрез използването на фононната забранена зона намалим коефициента на фононна топлопроводност  $k_{ph}$ , ще стане възможно значително да се повиши ефективността на прибори, като термоелектрически охладители, термодвойки и термоелектрически генератори.

За съжаление, да се проектира и произведе един хиперзвуков кристал не е лесна работа. Докато звуковите и ултразвуковите кристали са макроскопични и могат да се създадат с помошта на стандартни техники, хиперзвуковите кристали изискват да се създаде една тримерна периодична структура с размери от порядъка на части от mm и дори нанометри. За това са били изпробвани много подходи.

Някои изследователи например се опитват да създадат хиперзвукови кристали от редувачи се слоеве на два материала, прилагайки литографска техника, заимствана от полупроводниката промишленост. Други използват двуфotonна литография с лазери, за да моделират във фоточувствителни полимери. Всеки от тези методи има своите предимства и недостатъци.

Напоследък един нов подход – hologрафската интерференчна литография – привлече голямо внимание. Тъй като светлината е по природа периодична, наслагването на множество светлинни лъчи води до възникването на интересни периодични модели. Ако се наложат например два лазерни лъча, те ще формират едномерна периодична промяна в интензитета. Интерференцията на три лазерни лъча има за резултат една двумерна периодична промяна в

интензитета, и т. н. Ако лазерните лъчи се наслагват във вътрешността на фоточувствителен материал, то е възможно да се преобразува периодичната промяна в интензитета на светлината в периодична твърдотелна структура.

В Масачузетския технологичен институт (MIT) напоследък успяхме да създадем разнообразни двумерни и тримерни периодични структури, използвайки интерференчна литография. Заедно с Дж. Фитас (George Fytas) от Института Макс Планк за полимерни изследвания в Майнц, Германия, измерихме тяхната фононна дисперсионна крива, използвайки Брилуеново разсейване на светлината. Преди това М. Кембъл (Maya Campbell), А. Търберфийлд (Andrew Turberfield) и техните сътрудници от Университета в Оксфорд приложиха интерференчна литография за да създадат фононни кристали.

### **„Слепи“ и „глухи“ материали**

Тъй като едни и същи идеи лежат в основата на материалите притежаващи фотонна и фононна забранени зони е естествено да се изследва възможността да се създадат материали, които притежават едновременно и двата вида забранени зони.

В MIT двама от авторите (М. Малдован и Е. Томас) създадоха напоследък кристал, който е „сляп“ за електромагнитни вълни с дължина на вълната от около няколко стотин нанометра и „глухи“ за звук с подобна дължина на вълната. Тези кристали се състоят от двумерни квадратни и триъгълни масиви от въздушни отвори в силиций. Освен, че притежават пълни забранени зони както за светлинни, така и за еластични вълни, ние намерихме, че те могат едновременно да захванат звук и светлина в дефекти. Възможността да се създадат структури притежаващи двата типа забранени зони може да доведе до „пробив“ в акустооптиката. През 1997 г. Х. Дъо Вижън (Harold de Wijn) и неговите сътрудници от университета в Уtrecht, Холандия предположиха, че е възможно тези структури да се използват за създаването на интензивни източници на кохерентни монохроматични фонони, които могат да се нарекат „фононни лазери“.

Други приложения включват оптичното охлаждане на твърди тела и оптични честотни преобразуватели. През 2003 г. А. Фаншайн (Alex Fanstein) и неговите сътрудници от Атомния център Барилоше, Аржентина и лабораторията LPN-CNRS в Марсилия, Франция измериха фотон-фононното разсейване в едномерни периодични структури, притежаващи както фотонни, така и фононни забранени зони. Тъй като всички слоеве във фононните структури са били с дебелина само няколко нанометра, те не пречат на светлината. Фаншайн и неговите сътрудници показаха, че подобна двойна локализация на фотони и фонони увеличава ефективността на фотон-фононното разсейване с пет порядъка в сравнение със стойността му за подобна едномерна структура, притежаваща само фотонна забранена зона.

### **Перспективи**

Светът на фононните кристали е само на десет години и едва сега въз-

никват много важни въпроси. Търсенето на най-добра фононна структура е предстоящо и дори самата дефиниция какво е „най-добра фононна структура“ все още предстои да бъде изяснена. Това, което се случва извън забранената зона често е не по-малко важно за приложениета.

Отрицателното пречупване, например, стана възможно благодарение на необичайните свойства на дисперсионната крива в областта на разпространение на вълните. За да се получи светлина от силиций с помоща на фонони, е необходимо да се увеличи, а не да се намали плътността на фононните състояния. Следователно трябва да мислим по-скоро как да управляваме фононната дисперсионна крива, а не просто да се стремим да направим забранената зона колкото е възможно по-широва.

Фононните кристали ще дадат на изследователите по акустика и ултразвук нови компоненти, които предлагат ниво на контрол върху звука, каквото предлагат огледалата и лещите за светлината. Хиперзвуковите фононни кристали могат също така да се използват и за фундаментални изследвания. Те могат например да бъдат използвани, за да се изследват промените в статистическото разпределение на фононите в равновесно състояние и извън него, или да се изследва как фононната забранена зона се огражда на топлинните свойства на материалите.

Трудно е да се предскаже, как ще се развива светът на фононните кристали в бъдеще, но едно е ясно – ние ще чуваме много повече за тези материали във всички области на нашия живот.

### **Допълнителна литература**

1. G. Chen et al. Engineering nanoscale phonon and photon transport for direct energy conversion. *Superlattices and Microstructures*, v. 35, 2004, p. 161
2. T. Gorishnyy et al. Hypersonic phononic crystals. *Phys. Rev. Lett.*, v. 94, 2005, p. 1550
3. J. Sanchez-Dehesa. Phononic crystals bring sound to a focus. *Physics World*, September, 2004, p. 23
4. M. M. Sigala and E. N. Economou. Band structure of elastic waves in two-dimensional systems. *Solid State Commun.*, v. 86, 1993, p.141
5. M. Trigo et al. Confinement of acoustical vibrations in a semiconductor planar phonon cavity. *Phys. Rev. Lett.*, v. 89, 2002, p. 227402
6. X. Zhang and Z. Liu. Negative refraction of acoustic waves in two-dimensional phononic crystals. *Phys. Rev.*, v. 85, 2004, p.341

**Автори:** Taras Gorishnyy, Martin Maldovan, Chatanya Ullal, Edwin Thomas, Department of Materials Science and Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA

**Physics World, December 2005**

**Превод: Д. Динев**

# КРИЗАТА НА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧНАТА ОБЩНОСТ В РУСИЯ И ЗАПАДА ПРЕЗ ВТОРАТА ПОЛОВИНА НА ХХ ВЕК

(Част II)

**С. П. Новиков**

*(Продължение от кн. 1/2006)*

**Моето поколение от 60-те години.** Заедно с Аносов ние изучавахме съвременната топология, аз – професионално, той – като хоби. Той се ориентира към динамичните системи, и скоро под влияние на Смейл, направи блестяща работа. Обратно, Арнолд започна да го притегля топологията. Някои, възникнали от нея нови подходи към анализа, като например идеологията за трансверзалност (общите неща, които той узна от мен), му направиха огромно впечатление. Аз пък, с негова помощ, започнах да се занимавам с идеи от геометрията, лежащи в основата на хамилтоновата механика и хидродинамика на несвиваемите течности, което пък ме наведе на мисълта за задачи от теорията на слоевете. Скоро след това започнах да посещавам знаменития семинар на Гелфанд и беседвах много с него. Неговият възглед за математиката ми беше по-близък от всички други и между нас възникна взаимно разбирателство.

Завършил аспиратурата си през 1963 г. вече като известен тополог. Авторитета на тази област растеше бързо сред общността на математиците. В течение на 50-те години се говореше много за тази нова забележителна област, неразбрата от Хилберт. Нейните потресащи открития доведоха до скок в началото на 50-те години, който беше извършен от блестящата френска школа. Считаше се, че след Понтрягин в СССР възниква продължително прекъсване, защото през последните 10 години нямаше първокласни топологични изследвания, сравними с западните. Влиянието на топологията върху алгебрата, диференциалните уравнения с частни производни, алгебричната и риманова геометрия, динамичните системи, беше впечатляващо. Аз виждах своята цел в запълване на този празнина в съветската математика. Докато не получих известност и авторитет за нищо друго не мислех, въпреки че с удоволствие слушах хора от другите области и се стараех да ги разбера. През 1960-1965 години съдбата беше на моя страна и аз изпълних задачата си. Продължавайки да работя в областта на топологията, започнах да се замислям: какъв ли е смисъла на нашата дейност? Къде и кога е възможно да се прилагожат идеите, които сега ние развиваме?

За психически нормален човек този въпрос е естествен и даже необхо-

дим. Любовта към математиката не може да го отмени. Още тогава аз ясно виждах определен комплекс на непълноценост на тази почва у редица математици, изпитващи болезнено нежелание да си зададат този въпрос. Напротив – други математици, заработващи хляба си в приложни учреждения, работеха там не без полза, но без ентузиазъм – на занаятчийско ниво, обслужвайки някого. Те не чувстваха никаква загуби, но виждаха истинската наука само в чистата математика, с която се занимаваха в свободното си време. В началото на 60-те години рязко се засили антиматематическата агресивност на новата класа изчислители-профессионалисти. Те започнаха пропаганда против чистата математика, твърдейки че истинското развитие на математиката е свързана само с изчислителната математика. От старшото поколение математици безусловно така смятаха А.Н.Тихонов и А.С.Кронрод. Сред техните среди се говореше, че чистите математици са странна общност на полуоткачени, които говорят с птичи език, непонятен на останалите (в това число – и на физиците) и че „чистите“ трябва да се показват в зоопаркове. Виждайки всичко това, мислех много и започнах да изучавам области, съседни на математиката – механика, а след това и теоретична физика. Другите раздели на математиката, считани за по-малко абстрактни и с по-голяма приложимост в сравнение с топологията, не даваха отговор на моите въпроси. Установих, че за съжаление топологията оставаше без връзка с коя и да е област на естествените науки и техните приложения, поне за тогавашния етап на нейното развитие.

С още по-лошо впечатление останах от проблемите на „теоретичната приложна математика“. Там с терминология, взета от реалността, се доказваха теореми, външно наподобяващи реалността, но в действителност безкрайно далеч от нея. Престижна се считаше само строгата теорема. И колкото по-сложно беше нейното доказателство, толкова по-добре – разумният реализъм на постановката, както и самия резултат, се ценяха по-малко. За съжаление, даже Колмогоров пропагандираше много „теоретичната приложна математика“. Той беше странна и противоречива личност. Препоръчваше на математиците да се занимават с подобни неща, а сам той, включвайки някакво копче в главата си, ставаше друг човек и се занимаваше с естествени науки, далеч от чистата математика, и при това работеше въз основа на съвсем други критерии.

Реших да употребя години и да изуча теоретичната физика. Започнах с квантовата теория на полето, но разбрах, че трябва да се започне от начални-те елементи, а не от края. Решението ми беше обосновано от големия авторитет, който притежаваше физиката в моите очи. Лекциите на Айнщайн, Файнман, Ландау и ред други известни физици ми правеха много силно впечатление. Яснотата и простотата при излагането на математичните методи се отличаваше рязко от това което пишеха съвременните математици (с ред-

ки изключения). Такава естественост при зараждане на математическите понятия бях виждал през младостта си, изучавайки топологията през периода на най-най-висш разцвет. В изложението на знаменитите тополози сложният и дълбок алгебричен апарат естествено и леко се раждаше от качествената геометрия и анализ, създавайки двустранна интуиция за едни и същи неща. Във физиката подобни характерни черти бяха несравнено по-многообразни и доминиращи. Не случайно в периода на трудности във фундаменталната физика през 80-те и 90-те години квантово-полевата общност намери прибежище именно в топологията. Освен тополози, от математиците на моето поколение към този стил се стремеше и Арнолд – той скоро посегна към топологията.

За формулиране законите на природата физиката изискваше удивителна математична красота и необикновено високо ниво на абстракции. Това ниво беше издигнато още през ХХ век, но именно сега физиката съедини всичко с невероятна практическа ефективност и доведе до революция в технологиите.

През този период физиката оглавяваше прогреса на човечеството, а математиката вървеше след нея или около нея. Атомните и водородни бомби, компютрите, революцията в технологиите, множеството чудеса в техниката, преобърнали света около нас – всичко това започна с идеи и програми, издигнати от такива лидери на физико-математичните науки като Ферми, фон Нойман, Бардин. Участваха и много други физици. Всички знаят за А.Д. Сахаров, чийто принос за създаването на водородната бомба стана общеизвестен, едва след като той се прояви като дисидент. У нас голям принос в създаването на ракетно-космическия комплекс в нейния ранен етап на развитие внесоха някои математици и механици, например М.В.Келдиш (брат на майка ми). Съветската власт дълго държа техните заслуги в дълбока секретност, пробутвайки фалшивите имена на „псевдотворците“. Явно искаха да объркат импералистите, да скрият от тях реално важните хора, макар и временено. Впоследствие реалните имена започнаха да се назовават публично, но вече беше късно – до световната общност те така и не достигнаха – много лъжи бяха вече изказани до тогава, беше пусната такава гъста мъгла, че беше трудно да се разсее. Какво да се прави – тези лъжи бяха създадени с тяхно участие.

У нас обаче, кръгът на учени знаеше по никакъв начин за тях по разговори и слухове. Келдиш и създадения от него Институт по Приложна Математика се ползваше с голямо уважение. В началото на 60-те години се считаше, че учреждения от типа на Стекловката са неподходящи и ненужни, остатъци от миналото. Че математиците трябва да работят с учени от други науки, а в свободното си време могат да правят и чиста математика. Такава беше гледната точка през този период и на най-просветената част от приложните математици – включително на Келдиш и Гелфанд. Стекловката се оказа нещо

като урод – в него не се ширеше и антисемитизъм. За разлика от общността на механиците, ИПМ държеше курс на съюз с реалната съвременна физика – може би от влиянието на Гелфанд върху началството. Всичко това беше разрушено към края на 60-те години при брежневските промени. Поради „греховете“ на математики началството се изплаши и озлоби, а ИПМ деградира напълно. В крайна сметка Стекловката се оказа по-устойчива: наистина и там в отначало началството се престара в злобата си и деградира донякъде през този период, но след това успя да се възстанови и стъпи на крака.

**Математическата красота на физиката: как да се разбере тя?** Красотата и силата на физиката ме привличаха. Систематически изучавах целия курс от ученици през периода 1965-1970 г. Освен две-три други книги, изучавах физика по книгите на Ландау – Лифшиц. Още преди това бях забелязал, че кръгът на физиците е не само по-богат от този на математиците, но и по-честен. Така беше в СССР, но не на Запад. Учениците на Л.И.Манделщам – А.А.Андронов, М.А.Леонтович, И.Е.Тамм и след това неговият ученик А.Д. Сахаров със своето влияние на приложни физики-теоретици се считаха за еталон на порядъчност във физико-математичната общност на страната, нещо повече – в цялата научна общност на СССР. Пък и аналог на П.Л.Капица сред математиците не съществуваше. По-късно Сахаров се превърна в еталон на порядъчност за целият свят. Още през 20-те години кръгът от ученици на Манделщам беше кръг от близките приятели за моите родители. Ръководещият кръг математици в нашата страна през този период беше талантлив, но аморален, бих казал – безсъвестен. Например – през 60-те години целият списък на математици-академици за чиято честност мога да гарантирам, се състоеше от баща ми – П.С.Новиков, С.Н.Берншайн, Л.В.Канторович и И.Г.Петровски, като последният бе единственият порядъчен човек сред крупните математици-администратори. Ленинградчани казваха, че В.И.Смирнов е бил абсолютно порядъчен човек, но посредствен математик. Брат ми, известният квантово-твърдотелен физик Л.В.Келдиш, смеейки се ми каза: преди казваха, че математиците са откъснати от живота, а сега казват, че математик означава първокласен мошеник. Такива неща говореха физиците за математиците.

Връщайки се на темата, искам да отбележа, че всъщност отравянето на



С. Н. Берншайн



Ю. И. Манин



*M. Атия, A. Сингер*

чистата математика от страна на математиците-изчислители не стигна много далеч. Една от важните причини за това беше забележителното откритие на нови частици с помощта на теория на групата на Ли и нейните представления. Възникна целият свят на кварките, новите скрити степени на свобода в микросвета. Немалко надежди тогава се свързваха и с теорията на функциите на много комплексни променливи. Така или иначе, физиците започнаха от

ново да говорят, че няма закони на природата, освен математичните. Те считаха, че трябва рязко да се засили изучаването на съвременните математични идеи. Изчислителите са нещо като ремонтни или строителни работници и трябва сами да бъдат възпитавани, за да станат по-грамотни във физиката, а абстрактната математика е истинската наука, която не може да бъде заменена с нищо. Засилването на интереса към айнщайновата гравитация и космология през 60-те години възроди необходимостта от риманова геометрия. Започнаха да говорят и за привличане на топологията. Всичко това отсочи кризата във възгледите на математическата общност с няколко десетилетия. Математиците се успокоиха.

За мен този период беше важен. Възприех го като указание за необходимостта да се направят усилия и се изучи пътя от математиката към естествените науки. И започнах да изучавам теоретичната физика. Това започнаха да правят още през 60-те години Синай и Манин, както и А.С.Шварц, както и някои от близките до мене тополози. Всеки от нас преследваше своя цел и вървеше по свой собствен път.

Трябва да се каже, че тогава никой от западните математици не вървеше по този път (с изключение, може би, до известна степен И.М.Зингер, а по-късно А.Конн). Там сред чистите математици доминираше идеология, наподобяваща „религиозната теория на числата“. Големи и идейно влиятелни в западния свят математици – например А.Вейл, усилено пропагандираха тезата, че за да се стане велик математик не е необходимо да се прибягва до естествените науки и техните приложения – може да се мине и без това. Така се обезсърчаваше онази част от математичната общност, която би могла да тръгне по посоката на естествените науки и техните приложения. Любопитно е да се отбележи, че все пак такива математици като М.Атия, Дж.Мил-

нор, Д.Мамфорд в крайна сметка скъсаха напълно с идеологията на религиозно-чистата математика.

Общността на чистите математици на Запад си изработи такава гледна точка: „за да се прехранвам, аз преподавам математика в университета – това е и мой дълг към обществото. През останалото време обаче ще се занимавам с чиста математика“. Стъпили на тази основа чистите математици проживяха няколко десетилетия. В Русия обаче такъв подход не вършеше работа. Никой не искаше да преподава математика – освен в някой от водещите университети, Защото условията за математиците, занимаващи се преподаване, бяха лоши – педагогическата натовареност беше голяма, за пътуване в чужбина и дума не можеше да става, за научна работа не остава никакво време. Така или иначе, западното математично общество се откъсна по-далеч и по-дълбоко от външния свят. Даже блестящи центрове по приложна математика, като например Института „Курант“ в Ню Йорк, с течение на времето приемаха приложната математика все повече като набор от строги доказателства и проблеми с обосноваването ѝ.

Постепенно у мене се изработи такава гледна точка: разбира се, математиката (или във всеки случай голяма част от нея, включително и съвременната абстрактна математика) е много ценно знание за човечеството. Но тази ценност не може да се реализира толкова лесно. Лидерите на математиката трябва да бъдат общонаучно грамотни хора, познаващи пътищата, съединяващи математиката с външния свят, да умеят да търсят нови връзки, да помогат на младите хора да се ориентират. В противен случай не виждам как вътрешноМатематичните постижения могат да станат полезни за общество то. Математиката не трябва да се уподобява на музиката, която се обръща непосредствено към емоциите, и ще бъде отхвърлена, ако хората не изпитват от нея никакви емоции. Трябва да се помни, че математиката е професия, а не развлечение. В предишните поколения математици винаги съществуваха общности на лидери, ценени високо от външния свят. Да споменем имената на Планкаре, Хилберт, Вайл, фон Нойман, Колмогоров, Боголюбов. Аз съм разговарял много с един от видните математици от старшето поколение – Гелфанд, който веднъж ми каза: „Като млад се беспокоях полезен ли е функционалният анализ, който развиваме. Работейки в приложните области, намерих отговора на този въпрос и се успокоих. Но когато имате работа с физиците – не се заблудявайте. Откривайки нещо ценно според вашите знания, вие нерядко, с удивление ще установявате, че и те са достигнали до него по никакви други техни съображения. По никакъв начин не трябва да се подценяват знанията, които те притежават“.



*В. Н. Смирнов*



*A. Вайл*

В процеса на изучаването, разбрах, че теоретичната физика, изучавана систематично, от самите началата на съвременната квантова теория, представлява единно и неразделно, обширно и дълбоко математично знание. То е забележително приспособено за описание законите на природата, за работа с тях, за ефективно получаване на нови резултати. Не може да не се съгласим с Ландау, че за да разберем това, е необходимо да изучим целият му „теоретичен минимум“. Без тези знания представата за теоретичната физика остава непълноценна.

Така или иначе, 60-те години бяха периодът на разцвета на моето поколение. Блестящото старшо поколение от учени беше още живо, много от тях бяха активни както в научно, така и на административното поприще, докато ние с голяма енергия осъществявахме своя първи етап на развитие и се готвихме за следващия. Както вече споменах, някои от нас – Синай, Манин, Щварц и аз – започнахме, независимо един от друг, да изучаваме различните раздели на теоретичната физика. По същото време различни вълни на физики-теоретици, по различни свои пътища, започнаха да се придвижват към математиката. В квантовата теория на полето се появи аксиоматичното направление, целта на която беше непротиворечно и строго математично да се построи теория, основаваща се на функционалния анализ. Разбира се, това не стана, но възникна математически нетривиален цикъл от строги изследвания по функционален анализ с красив алгебричен и квантово-полеви аспект. Редица специалисти по статистическа механика (излезли измежду физиците) започнаха да се занимават с доказателство на математически теореми. Интересен е случаят с Е. Либ, който започна с блестящи, широко признати във физиката работи по точно решаване на проблеми в статистическата физика. Той винаги добре познаваше изследванията на физиците и сам направи важни приноси. Въпреки това избра професията на строгия физик-математик и той не бе сам. Възникна общността на съвременните математични физици, доказващи строги теореми. И въпреки, че голяма част от тях имат първоначалното физично образование, по същество те са математици. Изучавайки теоретичната физика, Я. Г. Синай се ориентира към тази нова област на математиката, където се доказват строги теореми. Освен Либ, никой от тях не беше се занимавал в миналото с точно решими модели.

Основата на моята програма стана дълбокото ми желание да дам своя принос на границата на съвременната математика и теоретична физика, базираща се на идеите на съвременната математика – геометрията и топологията (включително и геометрията на динамичните системи) на алгебричната

геометрия и т.н. Въпроса бе дали могат те да бъдат реално полезни и да вършат работа?

Очевиден беше нарастващият компютърен поток, който постепенно запълваше естествените науки, техните приложения и даже чистата математика, предавайки им гигантски възможности, особено в приложението. В това отношение аз не можех нищо да изменя – то се развиваше и без мене, превръщайки се в самостоятелен раздел на технологиите. Но що се отнася до внедряването във физиката на идеи от топологията или алгебричната геометрия, у мен можеха да възникнат такива идеи, които никой друг не можеше да има. А към края на 60-те години и физиците започнаха да се интересуват от съвременната математика. Взаимодействието с физици от Института Ландау – Халатников, Горков, Дзялошински, Поляков, Захаров, Питаевски, Волков, Мигдал – се оказа плодотворно. От това взаимодействие получих немалко за своята програма, а с нещо им помогнах и аз. В тази атмосфера немалко получих и моите ученици (освен от първото поколение, които не тръгнаха по моя път на изучаване на теоретичната физика, въпреки че някой от най-добрите, например Бухштабер, внесе съществени приноси в приложението). Мисля, че целта на Шварц и неговата програма не бяха много далеч от моята, въпреки че по-късно ние „заседнахме“ в различни области. Шварц постигна много за развитието на квантовата теория на полето като нов раздел на математиката, близка до геометрията и топологията. Аз се стараех да развивам нетрадиционни методи за решаване на някой задачи, възникнали в общата теория на относителността и квантовата механика, съвременната физика на нелинейните вълни, кондензираните среди и теорията на галваномагнитните явления, нерядко встъпвайки в конкуренция с физиците. (За съжаление, тяхното усвояване срещу трудности при тях). В някои, макар и редки случаи, новата математика, възникнала през XX век, беше реално полезна. От тук възникнаха и някои нови задачи за самата математика.

Що се отнася до Манин, неговата програма беше, както ми се струва, съвсем друга. Той се интересуваше от езика на математиката и логиката на теоретичната физика и жадуваше да внесе принос във формализацията на математиката. При неговата склонност към изучаване на разнообразни неща въобще (това беше неговата силна страна), той обичаше това и можеше да го прави. (За формализацията на математиката трябва да поговорим специално, защото тя изигра важна роля в развитието на кризата в математичната общност).



Дж. Милнор



Л. В. Канторович



Д. Мумфорд

**Втората половина на XX век: прекалена формализация на математиката.** През 70-80-те години значителни колективи от физики-теоретици (включително – и приложници) станаха по същество математици. Те направиха много за развитието на съвременната математика, придало я голям импулс. Ще назове няколко такива вълни.

1. Завоюване на изчислителната математика от физици. Този естествен процес протече дълго. Днес всекиму е ясно, че физикът по-добре ще реши физичната задача, чиято същност той разбира по-добре, отколкото математик-изчислител.

2. Физиците усвоиха някои от основните теоретико-множествени идеи на теорията на динамичните системи, създадени още през 60-те години. На тази основа се разви компютърното творчество.

3. Фундаменталната роля на физиците при създаването на цикъла от богати нови раздели на математиката, като теорията на класическите и квантови точно решаеми задачи: теорията на солитоните и напълно интегрируими хамилтонови системи, точно решаеми модели в статистическата физика и квантова теория на полето, матрични модели, конформни теории, суперсиметрии и точно решаеми модели на калиброваните полета.

4. Преход на квантовите физици (както те смятат – временно) в такива раздели като алгебричната геометрия и топология, предизвикан от обстановката в развитието на физиката на фундаменталните взаимодействия. Съвместният принос на физици и математици в тези области през последните 20 години е много голям. Ако суперсиметрията бъде потвърдена в реалния свят на елементарните частици или нещо подобно, част от тези хора ще се върнат веднага обратно в реалната физика (смятат самите те).

5. Преход на голяма вълна квантови физици към проблеми на математически строго обосновани физични резултати. Любопитното е, че те наричат само себе си „математични физици“ – отделно от онези, които развиват топологията или точно решаеми модели. Тук влизат хора, повярвали дълбоко в идеално строгия подход, в програмата на Хилберт. Идеологически тези вълни силно се различават: едните, правейки чиста математика, се наричат „физици“, а другите, доказващи теореми, се наричат „математични физици“. Това е развитие на онова, което математиците наричат „анализ“. Богатствата, принесени от тях в математиката, ги поставя в моите очи по-високо, отколкото от „анализа“ на чистите математици, непознаващи съвременната физика.

Така или иначе, духовно аз не съм с тях, а с другите, макар че – казано откровено – за да реализирам своята научна програма, употребих много години за изучаване на теоретичната физика, като търсех нови ситуации в нея, където приложението на топологичните идеи да са полезни. Новата топология, създадена от физиците, е забележителна, но аз съм изучавал достатъчно теоретичната физика, за да разбера, че тя не е раздел на физиката. Нека в нея вярват онези, които никога не са я изучавали. Физиката е наука за явленията в природата, които могат да бъдат реално наблюдавани. Платоновата физика е набор от стоящи зад тях идеални понятия. Голяма част от талантливи физики-теоретици се бяха увлечли от платоновата физика и незабелязано се оказаха доста далеч от реалността. През последната четвърт на ХХ век тяхната вяра, че реалната физика ще следва опита на последните 75 години и ще се придвижва с такава посока, която да потвърди най-красивите теории, започна да не се оправдава. Забоксува, например, за 25-30 години потвърждаването на суперсиметрията във физиката на елементарните частици. Въпреки че хипотезата за суперсиметрията подобрява много математичната теория, поне за сега тя остава непотвърдена. Квантовата гравитация и всичките й прояви – струни и т.н. – безусловно също са далеч от потвърждение. Същевременно тези теории се оказаха толкова математически красиви, че родиха немалко резултати и идеи в чистата математика. Излизането извън рамките на реалната физика на такава талантлива общност от теоретици оголи физиката, лиши я от хора, способни да съединят реалната физика с висшата съвременна математика.

По настоящем в реалната физика редица области са ориентирани не към познанието на законите на природата, а все повече и повече на инженерни разработки. Струва ми се, че такава тенденция съществува и сред реалистично мислещата общност на математиците. Само по себе си това не е толкова лошо. Всяко време се характеризира със своите цели и задачи. Би било важно да се направи цялата съвкупност от постижения на математиката през ХХ век максимално достъпна, колкото се може повече компютъризирана – включително и алгебричната топология. Това би спомогнало за нормалното й изложение и ще се прекрати представянето на тази забележителна област като абстрактни безсмислици, които даже самите математици са престанали да разбират и затова и не могат да работят с нея.

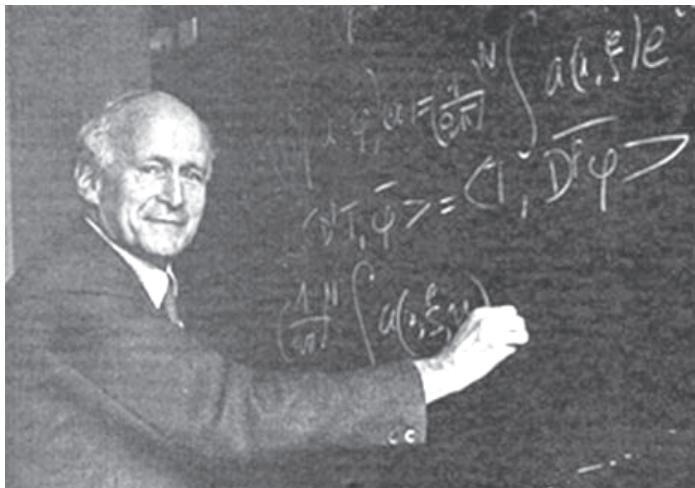
Говорейки за съвременните инженерно ориентирани направления, бих искал да изтъкна, че обществената жажда за успех в тази насока води до възник-



А. Т. Фоломенко



А. Кон



Л. Шварц

ването на любопитни обществени феномени.

Какво представляват „квантовите компютри“? Възможността за развитие теорията на квантния аналог на процеса за изчисляване е интересна сама по себе си като раздел на абстрактната математическа логика в квантовите системи. Когато обаче говорим за създаване на компютри, възниква първият въпрос: може ли да се

посочи някаква възможност за физическа реализация, която да позволи даже грубо да се оценят числените параметри на границите, чието преодоляване е необходимо за определяне на възможните скорости, памети и пр. Без това подобен обект би съществувал само в платоновата физика. За него засега може да се пишат само романи, подобни на тези на Жюл Верн. Високопарният разговор за всесилието на технологията на бъдещето е неконкретен – нека оставим бъдещето на бъдещите хора – засега ние нищо не знаем за него. Никой не знае може ли реално да се построи с достатъчно голяма плътност кохерентна квантова система, способна да реализира класически управляеми квантови процеси по зададени достатъчно сложни алгоритми. Физиката на такива процеси предстои дълго да се изучава. И даже това да се окаже възможно, дали такъв модел за изчисляване ще работи по-добре от обикновения в реалния свят? Не се увличайте да сравнявате броя на стъпките – те не са същите, каквито са в машините на Тюринг и Пост. Засега не се виждат инженерни идеи, а пък и физични. Засега съществува само абстрактна квантова логика. Машините на Пост и Тюринг се създаваха едновременно с реалните компютри – това не са квантови компютри. При такава ситуация за мен остава непонятен възторга, свързан с възможностите за решаване с помощта на квантовите компютри на проблеми от типа разшифроване на кодове, необходими на частни фирми, както и на структури като КГБ, ЦРУ и пр. Вероятно тук действат съображения от типа на рекламата: „Зашо да не вдигнем шум и получим пари за такива изследвания? Те имат много пари, те плащат и на екстрасенси“. Във всеки случай, гении от ранга на Ферми, който да бъде подържан от учени с ранга на Айнщайн, засега не се виждат. Без гении такива неща не се създават и хората вече забравиха за тях. А вдигането

на пушилка без сериозни основания стана нормално за края на ХХ век.

Впрочем, откровено казано, тази теория на мен ми харесва. Възникналият шум около нея може да се окаже полезен и най-накрая и математиците да изучат квантовата механика. Днес без патардия пари не можеш да осигуриш. Така че остава да си пожелаем някакъв успех и в тази област.

Неотдавна обаче възникнаха съвсем нелепи антиучни фантоми. Те произведоха (и продължават да произвеждат) голяма шумотевица. Един от тези фантоми е историята с т. нар. „бibleйски кодове“: с помощта на компютри някои професори по математика „доказаха“, че Библията е написана не от човек. Вярвайки дълбоко в светостта на Библията, ще си позволя твърдо да отстоявам гледната точка, според която всяка математична работа, чиста или приложна, трябва да се проверява и анализира математически, независимо от нейната тема. Вторият фантом, също произведен от чисти математици, е псевдоисторията на Фоменко, създадена в Московския университет. В нея световната и руска история на древността и средните векове беше „опровергана“ със средствата на приложната математическа статистика. Общите черти на тези истории са: 1) Принадлежност на авторите към кръга на уважаеми математици; 2) Поддръжка на техните работи от други авторитетни математици; 3) Некомпетентност в приложната математика – и в двата случая грешките им са абсолютно стандартни.

Без съмнение, тези фантоми нанесоха и ще продължат да нанасят големи вреди на математическата професия и на репутацията на самата математика в съвременното общество. Тези фантоми (и подобни на тях) са симптоми за дълбоката криза на математика от нейните висши слоеве, на дълбокото обществено неразбиране взаимодействието на приложната математика с реалния свят и неразбиране на криещите се в това опасности.

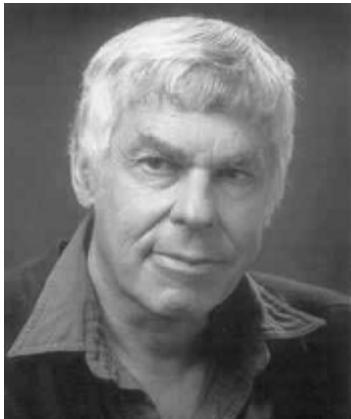
По време на своята младост аз усвоих от старшото поколение следната гледна точка: дейността в областта на чистата наука не избавя учения от обществения дълг пред науката. Напротив – бидейки материално и политически независими, водещите математици трябва да защищават ценността на науката от новопоявили се аналоги на Лисенко, от всякакви ненормалници и неграмотници. Защитата на ценността на науката е течен дълг пред обществото. Ако висшият слой на математиците не прави това, той не струва и пукната пара. Слава Богу, западните математици включително и религиозните



О. А. Ладиженская



Л. Д. Фаддеев



*C. Смейл*

хора между тях) най-накрая взеха отношение към компютърните теореми за библейските кодове. В Русия за сега не виждам нито едно публично мнение на математици (освен моето) по повод на псевдо-математично-историчните глупости. Впрочем, и на запад споменатата защита бе организирана от учени от старшето поколение като Б.Саймон и Ш.Щернберг, тясно свързани с идеологията на математичната и теоретична физика.

**Разпадане на образоването и кризата във физико-математичната общност.** Достигаме до възловия въпрос – главна причина за кризата във физико-математичните науки е процесът на разпадане на образоването.

Ще могат ли все още действащото поколение на компетентни математици и физики-теоретици да обучат достатъчно компетентни млади свои наследници за ХХI век? Ключ за това е образоването, защото трудностите на проблема и симптомите на разпадане започват още в началното и средно училище, и продължават в университета.

Още през 60-те години в СССР и на Запад започна да нараства рязката обществена критика към трудностите на училищните математични програми и започна да се съкращава броя на изпитите. Вероятно това беше свързано с превръщането на 10 –11 годишното обучение във всеобщо задължително. Okaza се, че при това „всеобщо“ е извънредно трудно всяка година да се полагат изпити, започвайки от 10 годишна възраст – особено по математика. Освен това, „за всички“ не достигаха учители с необходимата компетентност. А пък и математиците-идеолози в редица страни (в СССР това беше Колмогоров) бяха започнали непредпазливо да рушат установените схеми на поетапно обучение по математика и внедряваха теория на множествата „за всички“. Колмогоров беше направил много полезни неща за обучението на надарените деца в специализирани училища, но в общото математично образование той внесе не малко безсмыслици. Така или иначе, обществото нададе вик, изисквайки съкращения и внасяне на ред в обстановката. Ситуацията в СССР се задълбочи (както обикновено) поради политическите грешки и антисемитизма, особено по времето на Брежnev. Залитането беше в обратна посока – образоването беше силно облекчено, бяха премахнати голяма част от изпитите. И започна постепенен спад на нивото на обучение. Едновременно с него вървеше и снижаване нивото на обучение по математика и физика в математическите и физически факултети на университетите. Така беше навсякъде, но в СССР пагубна роля играеше антисемитизма, безкрайното увеличаване на персонала (особено при приемните изпити), влиянието на

съответните безчестни „професори“, неизвестни в световната наука, поникването на нов тип администратори с високи научни звания, които сами не бяха правили даже собствената си кандидатска дисертация, т.е. въобще не бяха никакви учени. Такъв беше процесът на разпад за образоването и науката в СССР, като при това университетите и висшите учебни заведения се разлагаха несравнимо по-бързо, отколкото Академията на науките, съхранила до голяма степен физиономията си на научна институция. Впрочем, нека отбележа, че световната наука извън социалистическия лагер не познаваше „стопроцентния фалшив крупен учен“ – тази схема получи своето развитие през последния период на СССР. Всички известни съветски учени знаят това и в частни разговори могат да назоват редица имена. Но както многократно се убеждавах по време на моето пребиваване на Запад, не знам защо всички премълчаваха това – даже онези, които се преселиха там на постоянна работа. Впрочем, и на мен ми е трудно да ги назова поименно – мога да бъда даден под съд, а едва ли някой ще ги подложи на изпит за проверка на знанията им. Поразително е какъв висок процент от висшата администрация на науката и най-вече – в образоването, в СССР всъщност беше такъв. И такива „фалшиви крупни учени“ заемаха места, които по право трябваше да бъдат заети от истински учени. Вследствие на това, когато желязната завеса падна, много сериозен слой способни и компетентни учени, отдавна чувстващи се неуютно (подобно на „рицари лишени от наследство“) изцяло се пресели и прекъсна контактите си със страната. Висшите учебни заведения, университетите в Русия (за разлика от Академията на науките), сами скъсаха тези контакти. Така че загубата на този обществен слой за бъдещето на Русия само фиксира ситуацията на разпад, проявила се в по-късните години на СССР. Трудностите със заплатата можеха да се преодолеят – работа за известно време на Запад осигуряваше сносно преживяване в родината. Получи се по-лошият вариант: още от самото начало беше ясно, че няма къде да се върнеш – в Русия не те очакват, всичко е заето от фалшиви учени. Такъв беше процесът на разпад в СССР (Русия).

През последните 25-30 години и на Запад беше в ход кардинално спадане в нивото на университетското и училищно физико-математично образова-



Ж. Лерен



В. И. Арнольд



*И. М. Гельфанд*

ние. В САЩ спадът в училищното образование беше особено силен. Според мен, днешното образование не може да подготви физик-теоретик, способен да вземе изпита по теоретически минимум на Ландау. Преходът на голяма група талантливи физици-теоретици към математиката няма да бъде компенсиран. В самата математика образованietо дава значително по-малко знания, отколкото преди 30 години. От най-добрите университети на Запад излизат тесни специалисти, които знаят математиката и теоретичната физика безпорядъчно и несравнено по-малко, отколкото в миналото. И те нямат шансовете да станат учени от типа на Колмогоров, Ландау, Файнман и др.

Не искам да обсъждам детайли на процеса, довел до този резултат. Така или иначе, демократичният прогрес в образованietо доведе до същите резултати, както и пазарният режим в икономиката. Изводът е съвсем прост – ние сме в дълбока криза. При това трябва да се вземе пред вид, че математиците и физиците-теоретици контролираха и нивото на физико-математическото образование на инженерите, което е основата на тяхната грамотност. Значи и там протича разпад. Спадът в нивото на математичното и физично образование в отделенията за компютърни науки е също очевиден факт. Там се извършва ориентация към обслужване на бизнеса и търговията. Само по себе си това не е лошо: ако бизнеса тръгне нагоре, младежта ще се насочи натам – там се въртят повече пари.

Но как да се възпитат разнострани грамотни математици и физици теоретици? Дори да е вярно, че тези области в известна степен изпревариха времето си и сега могат малко да почакат, все едно – загубата на знаещи хора може да се окаже опасно за човечеството. Веднъж загубен този обществен слой, много трудно и продължително може да се възстанови, когато това стане необходимо – даже и това да е възможно. При определена ситуация това може да нанесе силен удар по технологичните възможности на човечеството, които да се окажат жизнено необходими при някой сценарий на човешката еволюция. Какво трябва да се прави? Чисто демократичната еволюция в образованietо, когато хората свободно ще избират курсовете, които да слушат, в тези науки работи лошо. Всеки следващ слой знания трябва се налага върху внимателно подгответи предишни етажи, а тези етажи са много. Трябва да се купи цялата сграда, а не безредно отделни нейни етажи. Еволюцията, която се извършва, е подобна на естествен термодинамичен процес – с увеличаване на ентропията се намалява качеството на информацията в обществото. Тук трябва да се предприемат централизирани действия под контрола на много компетентни хора. По своя характер физико-математичното

образование не е демократична структура, тя не е аналогия на икономиката. Някои считат, че тези области ще се оживят при наличието на едромащабни военни проекти. Но това е само полуистина и не е достатъчно, даже ако въобще такова нещо се случи. Когато няма достатъчно компетентни хора, никакви пари не могат да помогнат.

И така, ние посрещаме ХХI век в състояние на много дълбока криза. Няма яснота как можем да се измъкнем от нея. Естествените мерки, които се очертават, практически е много трудно или почти невъзможно да се реализират в съвременното демократично общество. Разбира се, ние навлязохме във века на биологията, която прави чудеса. Но биолозите няма да заменят математиците и физиците-теоретици – това е съвсем друга професия. Много бих искал да бъдат предприети сериозни мерки за оцеляване.

*„Вторая половина XX века и ее итог: кризис физико-математического сообщества в России и на Западе“* – сказка, изнесена през 2002 г.

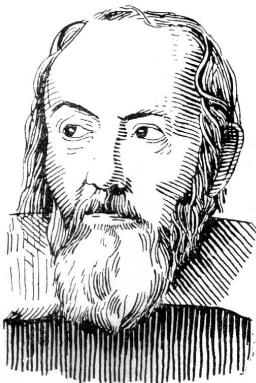
Превод (със значителни съкращения): **Н. Ахабабян**



*С. П. Новиков*

# ВСИЧКО ЗАПОЧВА ОТ ГАЛИЛЕЙ

Никола Балабанов



„Летоброенето на физиката трябва да започне от Галилей“  
Т. Хобс

„Галилей може да се смята за прародител на съвременната наука. Всичко започва от Галилей“  
Б. Ръсел

## НАУКАТА ДО ГАЛИЛЕЙ

До края на 16-то столетие цялата наука е била ориентирана към античните образци, главно към наследството на Аристотел и Платон. Природните науки били погълнати от филологическите, на тях се гледало като на любителски занимания, нямащи никакво отношение към живота на хората. Всички университетски преподаватели, включително и тези от математическите катедри, се занимавали с коментар на съчиненията на древните автори. Литературен характер имала даже медицината – нейните университетски преподаватели се упражнявали повече в красноречие, отколкото в лечебна дейност. Всички изграждали своята наука на литературни и спекулативни основи.

Ярки представители на схоластика били и появилите се през 16-ия век физици йезуити. Те се опитвали да описват природните явления, използвайки категориите на аристотеловата философия.

Съвременникът на тази епоха, Франсис Бейкън (1561-1626 г.), дава изключително ярка и язвителна характеристика на университетската наука по онова време:

„Ако от естествената история (т.е. „природознанието“ – б.а.) изхвърлите басните, бележките за древността, цитатите (на авторите), празните препирни, с една дума – филологията и украшенията, (всички тези неща твърде хубави като материал за беседи по време на обяд или за развлечение на учените през безсънните им нощи, но съвсем неподходящи като основа на философията), ако изхвърлите, повтарям, всички тези глупости, ще се убедите, че от тази история (т.е. от природознанието) няма да остане почти нищо“.

До 17-ия век във физиката са били известни само два метода – философски и математически. Философията запазвала платоновското преклонение към идеите и презрението към материята. Тъй наречените натурфилософи смятали за унизително да работят вън от кабинетите си и се гордеели с изключител-

ното витаене в областта на духа и мисленето. Според тях опитна проверка на философските идеи не била необходима, тъй като светът на мисленето е несравнено по-изтънчен от заобикалящия ни материален свят. Нещо повече, пълното съвпадение на философските теории с преките наблюдения уронвало тяхното достойнство, а противоречията между тях не смущавали никого.

Трудно е да си представим, какви колосални усилия и какъв гигантски труд се изисквали от онези, които дръзвали да се противопоставят на вековните схоластични традиции, на официалния научен свят и на утвърдените философски доктрини. В тази сложна идеяна атмосфера, характерна за края на 16-ия и началото на 17-ия век, са се формирали и зреели основните методологични концепции, които лежат във фундамента на цялата съвременна наука за неживата природа и са били набелязани и изкристализирани основните направления на физическата методология.

До извода на новата физика стои фигурата на Галилео Галилей – геният, в чиято изследователска дейност хармонично се съчетават трите метода на познанието – философски, математически и експериментален. Затова е напълно справедливо да се смята, че „Галилей е баща на съвременната физика и, фактически, на съвременното природознание, изобщо“ (А.Айндайн).

### БИОГРАФИЯ И СВЕТОГЛЕД

Когато за големите личности в историята се говори, че са се появили на точното място и в точното време, едва ли може да се намери по-ярък пример от този с Галилео Галилей (1564-1642).

Галилей се ражда, расте и получава образоването си в Пиза и Флоренция, градовете на великото херцогство Тосканата. В тях е започнало зазоряването в европейската култура, известно като Ренесанса [1]. Жан Приор нарича тези места „Земята на съвършените“ (в „Универсалните символи“). Действително, тук са живяли и творили Данте, Петрарка, Бокачо, Леонардо да Винчи, Микеланджело и още много гении и волнодумци, предизвикали преврат в мисленето и възприятията на средновековния гражданин.

В средата на второто хилядолетие Историята е „облагодетелствала“ Тосканското херцогство, като му е осигурило големи политически, икономически и духовни предимства в сравнение със съседните феодални държавици. По онова време Флоренция се е превърнала в стопанското чудо на Европа, а за жителите на този забележителен град папа Бонифаций VII казвал, че „след водата, земята, въздуха и огъня, флорентинците са петия елемент на света“.

Именно в такава среда е израснал Галилей – в средата на тосканската култура, в сенките на великите флорентинци, чиито идеи без съмнение са оказали непосредствено влияние върху неговия светоглед и за оформянето на неговите естетически критерии и научни интереси. Галилей е представител на италианския народ, извоювал славата на народ – лидер в математика-

та, природните науки и техниката; той е ръзба на „Чинквиченто“ – на италианската – култура от 16-ия век.

Постъпил по волята на баща си в Пизанския университет като студент по медицина, още на втората година Галилей се отказва от медицинското образование. Напуска университета и започва да се занимава с математика – в началото под ръководството на придворния учен Ричи, а по-късно – и самостоятелно. Изучава трудовете на Евклид и Архимед и под тяхно влияние написва няколко статии. Въпреки че не е успял да завърши университета и да получи научна степен, математическите му способности били оценени и признати. Свидетелство за това е назначаването му за професор по математика в Пизанския университет през 1589 г. (бил е 25 годишен).

По това време аристотеловият подход за изучаване на природата все още е господствал в университетските среди. Нещо повече – учението на Аристотел било включено в докладите на католическата теология, нарушаването на която се смятало за смъртен грех. Още като студент Галилей бил отвратен от перипатетичната философия и вече като преподавател засел позициите на бунтар спрямо нея. Открито критикувал средновековните схоластици, които свеждали изучаването на природата до цитиране, повтаряне и тълкуване мислите на Аристотел. Младият учен стигнал до извода, че физическите принципи трябва да се опират на практическия опит и на експериментирането. Тази идея била революционна по същността си и имала решаващо значение за по-нататъшното развитие на науката.

Опитвайки се да проникне в същността на явленията, Галилей многократно използвал още един принцип – идеализацията. Той не се ограничавал просто с провеждане на експерименти, а при тълкуването им предварително изключвал всички случайни или второстепенни фактори. Откриятията направени от него са „сплав от логика и експеримент, от идеи или мислени експерименти и тяхната проверка“ [2].

По-късно Декарт критикувал Галилей, че „не се старае да проникне в първопричините на природата“. Галилей решително отдава приоритет на търсенето на математически формули, описващи природните явления. Той ясно разбира и отстоява предимствата на математическото описание пред по-малко успешното за онова време качествено изследване и търсенето на причинните връзки в природата. Това той оставя като задача за следващите поколения.

Без да е математик, Галилей заема видно място в историята на математиката. Той непрекъснато пропагандирал използването на математическите методи при изучаване на природните явления и самият създава превъзходни образци за такова приложение.

Галилей успял да открие някои закони на природата, изразени с езика на математиката, от която перипатетиците били безкрайно далече. Неговият подход по-късно се превръща в дълбока и плодотворна идея на научната ме-

тодология – науката за природата да се свърже колкото може по-тясно с математиката. „С право се смята, че главният принос на Галилей е в методологията, благодарение на която е станало възможно създаването на физиката“ [2]. Неговите заслуги, обаче, не се ограничават в прилагането на онова, което е научил, той търси нови математични методи, необходими за развитие на своите физически идеи. В това отношение изследванията му оказват голямо влияние върху непосредствените и косвени ученици, към които принадлежат всички изтъкнати италиански математици от 17-то столетие.

За да илюстрираме подхода на Галилей, нека се докоснем до изворите на класическата физика и припомним някои от неговите експерименти и открития.

### МАХАЛОТО – „СТУДЕНТСКАТА РАБОТА“ НА ГАЛИЛЕЙ

Своите първи наблюдения и опити Галилей провел още като студент – второкурсник в Пизанския университет. За „лаборатория“ му послужил огромният събор в центъра на града – архитектурен шедъровър от 11-ия век, а за обект на изследванията – бронзовият полилей, останал в паметта на местното население като „лампата на Галилей“ [3].

В един вълнуващ разказ, придобил ореол на легенда, Винченцо Вивиани разказва за откритието на своя учител. През 1583 год. деветнадесетгодишният Галилей наблюдава движението на полилея и открива закона за постоянството на периода на люлеенето на махалото. Капризното течение или случайното побутване от някои богомолец заставяло полилеите в църквата да се люлеят с различна амплитуда. Галилей забелязал, че независимо от тяхното отклонение, периодът на колебание на свещника-махало оставал постоянен.

За да се докаже това бил необходим никакъв прибор за измерване на времето. Но кой би разрешил такова кощунство – в божия храм да се внасят прибори, още повече от студент? Галилей се сетил да използва за цел-



„Лабораторията“ на Галилей.  
В средата се вижда полилея-махало.

та собствения си пулс – периодичното движение, което природата е вложила в човека чрез „биенето“ на сърцето му.

На пръв поглед люлеещето на полилеите е никакво незначително явление. Но в наблюденията на Галилей то е изиграло роля, подобна на случаите с „ваната на Архимед“ и „нютоновата ябълка“. Както казва Лагранж, „нужен е изключителен гений, за да се установят природните закони при явления, които винаги са били пред очите на всички и все пак са се изпълзвали от вниманието на изследователите“. Геният успява да види в обикновени събирации или явления онова, което милиони хора не са видели преди него.

Предположението на Галилей се окázalo правилно. Доколкото му позволява точността на измерванията, периодът на колебанията се окázal постоянен. Така било открито явлението, известно като „изохронизъм на колебанията“.

„Историята с махалото“ демонстрира блестящите качества на младия учен, а именно:

- неговата способност да вникне в значението на едно, на пръв поглед, незначително явление;
- неговата склонност постоянно да размишлява над научните проблеми, дори и при най-необичайни обстоятелства – в храма, в който се влиза за молитва;
- неговата изобретателност при търсене на средства за измерване, когато положението изглежда безнадеждно.

Подтикнат от своите първи наблюдения, по-късно Галилей провел многообразни изследвания върху движението на махалото, като изменил неговата дължина, вида и тежестта на топчетата. Той определил съотношението между периода на колебанието и дължината на махалото и показал, че периодът не зависи от тежестта на топчето. С тези изследвания били поставени основите на по-късните представи за кинетичната и потенциална енергии.

Галилей въвел и представата за явлението резонанс. Той показва, че отклоненията на махалото могат да нарастват под действието дори на някаква малка сила, ако това действие регулярно се повтаря всеки път, когато тежестта на махалото преминава през най-ниското положение в определено направление. С други думи – движението на махалото резонира с действието на периодична сила, честотата на която съвпада с честотата на неговите собствени колебания.

Поразително е, как едно „просто“ явление предизвикало в главата на младия Галилей цял поток от идеи. Практик по природа, по-късно той предложил да се използват колебанията на махалото за измерване на неголеми времеви промеждутъци. Тази идея някои лекари използвали още в началото на 17-ия век. Самият Галилей предложил проект за часовник, който да действа на основата на отмереното движение на махалото. Слепотата, която го

сполетяла в края на живота му, попречила да осъществи този проект. Той поръчал разработката на сина си Винченцо и на ученика си Вивиани, които създали първия вариант на такъв часовник. Много по-успешно с тази задача се справил Кристиан Хюйгенс, който се смята за изобретателя на механичния часовник (1657 г.).

Дълъг път е изминала техниката за измерване на времето след Галилей – от махалото, през джобните и ръчни часовници, с баланси и анкерни механизми, до съвременните варианти – кварцови, квантови и т.н. Точността на „часовниците“ днес достига до милионни части от секундата за денонощие ( $10^{-12}$ ).

Революцията, извършена в техниката за измерване на времето, има за свое начало откритието на Галилей, което той направил преди повече от четири столетия с помощта на „вътрешния“ си часовник – собствения пулс.

### НАКЛОНЕНАТА КУЛА В ПИЗА

*„Понякога си мисля за кулата в  
Пиза като за първия ускорител на частици –  
един вертикален ускорител, който Галилео  
е използвал при своите изследвания“*

Л. Ледерман

Това сравнение има условен характер. Изучаването на свободното падане на телата през 16-ия век е имало за науката такова значение, каквото днес имат изследванията с ускорителите. Разделени по оста на времето с четири столетия, целите на изследванията са еднакви – изясняване на фундаментални закономерности в природата. Разликата е в скоростите на движение на „частичите“ – Галилей е изследвал механиката на бавните движения, с ускорителите навлизаме в областта на релативистските скорости.

Още като преподавател в Пизанския университет Галилей си поставил задачата да разработи физиката на движенията на строга математическа основа. Това било дръзка идея, защото се смятало, че задачата е решена от Аристотел. Във всички университети по онова време била преподавана аристотеловата теория за движението, която господствала в науката в продължение на хилядолетие и половина. Нещо повече, това учение послужило като основа на цялостен светоглед, подлагането на съмнение на който, било равносилно на престъпление.



Аристотеловата физика разделяла движенията на естествени и принудени. Най-прост пример за естествено движение е падането на телата. Движенията на планетите също се смятали за естествени. Затова в опитите си да осмисли системата на Коперник, Галилей се заел да изучава падането на телата.

Непосредствено следствие от аристотеловата динамика бил изводът, че скоростта на падането на телата в дадена среда е пропорционална на тяхната тежест. Този извод сякаш се потвърждава качествено от най-елементарни наблюдения – откъснатите от дървото ябълки падат по-бързо от листата, отронени от него.

Падането на телата е било изучавано и от други учени преди Галилей. Техните разсъждения, както и ежедневната практика (с изпускане на различни предмети, например), влизали в противоречие с извода на Аристотел. Но схоластиците не допускали мисълта за проверка на Аристотел. Неговите представи за падането на телата получили в средновековната наука достоверността на неопровергима истина.

„Спорът“ с Аристотел Галилей започнал с логически разсъждения. Ако е вярно, че по-тежкото тяло пада по-бързо от по-лекото, при тяхното съединяване тежкото ще трябва да ускорява падането на по-лекото и обратно – лекото ще забавя падането на тежкото. Следователно, тялото, получено при свързването на другите две, трябва да пада с някаква средна скорост. Но това противоречи на аристотеловата логика, според която, събрани заедно телата трябва да падат по-бързо, тъй като тежестта се е увеличила.

Заставайки на тези позиции, Галилей давал възможност на университетските си колеги да го въвлекат в безкрайни спорове. В това те били „майстори“ – основната дейност на средновековните учени била воденето на диспути, опирайки се на цитирането и тълкуването на авторитетите от древността или на евангелието. Затова Галилей решил да убеди своите опоненти чрез преки опити.

Съществуват сведения, че първите опити за изследване падането на тела. Галилей провел през 1590 година на прочутата наклонена кула в Пиза. Построена през 12-ия век с почти петметрово отклонение на горната част от основата, тази кула, с височина 56 метра, най-добре подхождала за опитите на Галилей. Опитите били подгответи и проведени като театрално представление – с голяма тържественост и в присъствието на много хора – колеги и студенти на Галилей, както и на любознательните граждани на Пиза. В присъствието на своите противници, ученият пускал от камбанарията на кулата железни гюлета с различно тегло, след това сфери от дърво и олово с еднакви размери. Всеки от присъстващите можел да провери продължителността на падането по звука или шума, който телата издавали при удара си в земята. Опитите показали, че времената на падане ни най-малко не са пропорционални на техните тегла. Всички тела падали почти едновременно.

Перипатетиците не се предали. Те използвали като аргумент срещу Галилей именно малките разлики, които били регистрирани при падането на различните тела. Той съпътстви основание обяснявал тази разлика със съпротивлението на въздуха. Но слепите привърженици на Аристотел се доверявали повече на неговия авторитет, отколкото на това, което виждали. Според тях неравенството в скоростите на падане (твърдението на Аристотел) било очевидно, ако телата се пускат от големи височини.

Резултатът от „шоуто“ бил шокиращ. Колегите на Галилей го освиркали, обвинили го в измама. Младият учен си спечелил непримириими врагове, още повече, че си позволявал да отправя към колегите си твърде остри по-дигравки и нападки. Жivotът му в Пиза станал непоносим и през 1592 година се преместил в Падуа.

От „ускорителя“ на Галилей (ако използваме терминологията на Ледерман) до съвременните ускорители физиката е изминала огромен път. Ако телата, пускани от наклонената кула, са падали със скорост няколко метра за секунда, днес заредените частици се ускоряват, достигайки до скорости, близки до скоростта на светлината. Но БЕЗ ОНЕЗИ „ОСВИРКАНИ“ ОПТИТИ, ПРОВЕДЕНИ ОТ ГАЛИЛЕЙ, ФИЗИКАТА ОЩЕ ДЪЛГО ЩЕШЕ ДА ПРЕБИВАВА В СЯНКАТА НА АРИСТОТЕЛОВИТЕ ЗАБЛУДИ.

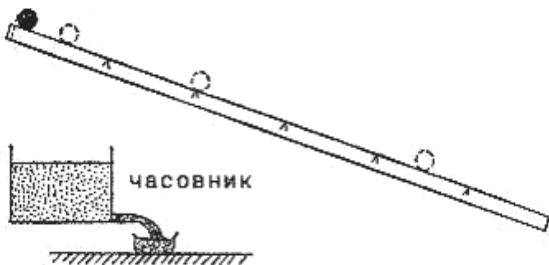
### ГАЛИЛЕЙ „УКРОТЯВА“ ПАДАНЕТО НА ТЕЛАТА

*„Науката се е спускала от небесата  
по наклонената равнина на Галилей“*

В Падуа Галилей продължил да се занимава с проблемите на движението на телата. Нито авторитета на Аристотел, нито реакцията на неговите колеги в Пиза стреснали учения. Той започнал да замисля и подготвя щателни наблюдения, които да му позволяват да намери математическа формула, съответстваща на емпирично получените факти. Но как да провери закона за свободно падане, след като движението е толкова бързо и отчитането на изминатия път (височината на падането) е силно затруднено?

Галилей се сетил как да принуди телата „да падат по-бавно“ – като замести свободното им падане с движение по наклонена равнина. Той „разсыпал“, че движението на една топка, която се търкаля надолу по гладка наклонена дъска, би трябвало много да наподобява движението на топката при свободно падане, само дето в случая има огромното предимство движението да бъде дотолкова забавено, че да може да бъде добре изучено“ [4].

Това е нова проява на гения у Галилей. Хиляди години наклонената равнина е била използвана в практиката на строителството. Само на един човек е хрумнало, че с този прост механизъм може да се „управлява“ земното при-



В дълга дървена дъска (над 5 метъра) Галилей изрязал праволинеен жлеб с добре полирани стени и, поставяйки я под ъгъл спрямо хоризонта пускал по улея полирано бронзово топче. Той измервал времето за преминаване на топчето през участъци от пътя с различна дължина. За измерване на времето използвал „воден часовник“. От голям резервоар, през тънка тръбичка вода изтичала в по-малък. Времето за преминаване на топчето от една точка на улея до друга се определяло по теглото на събраната вода. Галилей установил, че изминатите пътища се отнасят както квадратите на времената на движение ( $S \sim t^2$ ). (По-подробно за тези опити виж в [5]). Увеличавайки ъгъла на наклона в опитите с наклонената равнина, движението на телата се приближава до свободното падане. Експериментите дават възможност да се изследва целия диапазон на движението – от хоризонталното преместване до свободното падане, което позволява да се постигне пълна индукция в областта на теоретичния извод.

Движението на телата по наклонена равнина става с толкова по-малко ускорение, колкото е по-малък наклона. Логичен е въпросът: какъв е характера на движението по хоризонтална равнина (наклон нула градуса). Експериментът приближава учения до откриването на закона за инерцията, един от основните закони на класическата механика. Ако няма триене, движението на телата по хоризонтална равнина ще става с постоянна скорост (нулево ускорение) с други думи „тялото, което не среща съпротивление, ще се движи равномерно до крайност“.

Но да се замислим: може ли да се намери в природата тяло, на което да не действат други тела, което да се движи без съпротивление? Не може. Представата за свободно движещо се тяло е някаква идеализация, въведена от Галилей, която е възникнала в резултат на анализа на опитите. Без такъв анализ, сам по себе си, опитът нищо не дава. Именно този подход прави Галилей основоположник на научния метод в природознанието, основан на експеримента и неговия анализ. „Откритието, направено от Галилей и прилагането от него на методите на научното разсъждение са едно от най-важните постижения в историята на човешката мисъл и то поставя истинското начало на физиката“ [6].

тегляне. Галилей притежавал вроден талант на физик-изследовател. Той е „ВИЖДАЛ ФИЗИКАТА В НАКЛОНЕНАТА РАВНИНАТАКА, КАКТО МИКЕЛАНДЖЕЛО Е ВИЖДАЛ ВЕЛИКОЛЕПНИТЕ БЛОКОВЕ“ [4].

## ТЕЛЕСКОПЪТ НА ГАЛИЛЕЙ

„За цялото съществуване на оптиката като наука-време, продължило хилядолетия, най-значителен стимул за по-нататъшен теоретичен и технически ръст тя е получила именно от Галилей“  
С.И.Вавилов

В началото на 17-ия век в Холандия е била изобретена зрителната тръба (някои историци смятат, че това е станало по-рано). Откритието бързо ставало популярно и било разпространено в кралските дворове на почти всички европейски държави.

Първият непосредствен възторг от новия инструмент се обяснява с удоволствието, което доставяло приближаването на далечни предмети до окото. Военните специалисти също оценили достойността на зрителната тръба, която предоставяла възможност на командващите да разпознават неприятеля от големи разстояния.

Галилей научил за холандското изобретение в началото на 1609 г. и веднага се заел да го възпроизведе в своята работилница. „Построих си такъв чудесен прибор – пише той по-късно – че с негова помощ предметите изглеждаха хиляди пъти по-големи и повече от тридесет пъти по-близки, отколкото при наблюдение с просто око“.

Днес, в Музея на историята на науката във Флоренция се съхраняват два телескопа на Галилей – единият увеличава 9 пъти, а другия – 30 пъти. Конструкцията им е удивително проста – две лещи, едната плосковдълбната (окуляр), другата – плоскоизпъкната (обектив) са закрепени в най-обикновена картонена тръба.

Галилей също е можел и навсярно е правил в началото това – да разглежда от камбанарията на храма познати предмети наоколо. Но него не го привличали празните забавления. В зрителната тръба той видял уникално средство за разкъсване на тесните земни граници и за проникване в глъбините на небесните пространства. Благодарение на него ЗРИТЕЛНАТА ТРЪБА ОТ ИГРАЧКА СЕ ПРЕВЪРНАЛА В МОГЪЩО ОРЪДИЕ НА НАУКАТА.

Главната заслуга на Галилей не е в изобретяването на телескопа (и той никога не е твърдял това), а в неговото гениално приложение. С помощта на зрителната тръба за няколко месеца той се превърнал от физик-новатор във велик астроном.

Своите първи наблюдения ученият описал в съчинението си „Звезден весник“ (12 март, 1610 г.). „Отначало наблюдавах Луната – толкова близка, като че ли отдалечена на два земни диаметъра. .... Ние с пълна увереност стигнахме до заключението, че лунната повърхност не е съвсем гладка, рав-

на и с най-точна сферичност, както огромното мнозинство философи мислят за нея и за другите небесни светила, а обратно – тя е неравна, грапава, покрила с долини и възвишения, подобно на земната повърхност..... След това предмет на нашето изследване беше същността на Млечния път. С помощта на зрителната тръба той може толкова осезаемо да се наблюдава, че всички спорове, които в продължение на много векове са мъчили философите, се обезсмислят от нагледните доказателства и ние ще се въздържим от многословни диспути. Млечният път не е нищо друго, освен струпване на звезди....“

В началото на януари, 1610 година Галилей открил „четири светила, въртящи се около Юпитер, както Луната около Земята, като всичките заедно с Юпитер в продължение на 12 години описват голям кръг около Слънцето“.

Откритията, направени от Галилей, били зашеметяващи. Той твърдо вярвал в учението на Коперник за строежа на Вселената, но разбирал, че то се нуждае от подкрепа с данни от наблюдения. И търсил тези данни, разбирайки колко е огромно значението на наблюденията, направени с неговата тръба. Най-убедителното доказателство за правотата на коперниковото учение било откриването на fazите на Венера: „Тези явления не оставят никакво съмнение относно движението на тази планета; с абсолютна сигурност стигаме до извода, съответстващ на твърдението на питагорейците и на Коперник, че тя обикаля около Слънцето, подобно на другите планети“.

Следващото откритие на Галилей са слънчевите петна. Това откритие той публикувал през 1612 г. Петна върху Слънцето били наблюдавани и от други астрономи няколко месеца преди това. Но те се мъчили да ги обяснят със съществуването на някакви по-малки тела, въртящи се около Слънцето. Така запазвали „чистотата“ на Слънцето. „Единствен Галилей стигнал до извода, че петната са образувания от слънчевата повърхност“ [7].

Наблюденията на Галилей разрушавали докладите, наследени от Аристотел, за „идеалните сфери“ и съвършенството на небесните тела. Със своите открития той нанесъл удар по „непорочността“ на небето.

Така зрителната тръба се превърнала в главно действащо лице на науката по онова време. Значението на откритието на Галилей за оптиката като раздел от физиката, ярко е характеризирано в статия, писана от С.И. Вавилов, по случай 300-годишнината от смъртта на Галилей [8]: „За цялото съществуване на оптиката като наука – време продължило хилядолетия, най-значителен стимул за по-нататъшен теоретичен и технически ръст тя е получила именно от Галилей... От деня, в който тръбата е била насочена от него към звездното небе, тя се е превърнала в основна част на физиката и важно техническо направление. Образът на Галилей отделя античната и средновековна оптика, с нейния архаизъм, схоластика и затвореност, от новата жива и действена дисциплина“.

Телескопът на Галилей претърпял огромно развитие през следващите

години и столетия. Днес астрономите разполагат с оптични телескопи, чии-то огледала са с диаметър над 10 m, с дължина на тръбата няколко десетки метъра и с тежест-стотици тонове.

Но светлината не е единствен вестител на космическия свят. През втората половина на 20-ия век бяха последователно развити радиоастрономията, инфрачервената и ултравиолетова астрономия, рентгеновата и гама-астрономия и най-накрая станахме свидетели на „неутринна“ астрономия.

Принципът на действие на радиотелескопите прилича на този при обикновените телескопи. Ролята на обектив се изпълнява от огромна антена със специална форма. Например, известният радиотелескоп РАТАН има антена с диаметър 600 m и се състои от 900 алуминиеви „огледала“, всяко от които може да се завърта около хоризонтална и вертикална ос. Това позволява радиотелескопът да се насочва в различни участъци на звездното небе.

Телескопите, предназначени за улавяне на ултравиолетово, рентгеново и гама-излъчване, постъпващи от глъбините на Вселената, се монтират на ракети и космически станции. За гама-лъчите Вселената е почти прозрачна, благодарение на което те доставят информация за физически процеси от най-отдалечени обекти.

С развитието на ядрената физика и физиката на елементарните, частици беше открит още един път, водещ към тайните на Вселената. Той е свързан с регистрирането на неутриното и лежи в основата на неутринната астрофизика. Притежаващи изключително висока проникваща способност, тези частици носят информация за термоядрени процеси, които протичат в звездите.

Всичко това дава основание днес да говорим за Втора революция в астрономията, за всевълнова астрономия, която способства за по-нататъшно успешно разкриване на тайните на Вселената. И отново виждаме извисена фигурата на Галилей, който „с мъничко парче крехко стъкло е сторил подвизи, непосилни дори за титаните“ (надпис в Музея на историята на науката във Флоренция).

### **ИНКВИЗИЦИЯТА И „ОТГОВОРЪТ“ НА ГАЛИЛЕЙ**

В историята на науката първите приложения на телескопа за наблюдаване на небето са означавали нова епоха в опознаването на света. Астрономичните наблюдения и открития, направени от Галилей, предоставилиубедителни доказателства в полза на хелиоцентричната система на света, предложена от Коперник и нанесли съкрушителен удар по геоцентричната система, на която се опирала църквата. „Благодарение на блестящите му описания хелиоцентризъмът станал достояние на широката общественост..... Галилей се превърнал в най-известната личност в Европа“ [7].

Но именно след огромния успех на Галилей при наблюденията на небето, започнали неговите големи неприятности. Първите ожесточени нападки той

получил от страна на своите колеги. Според средновековните схоластици истината можела да се черпи само от книгите. И те с упование се отдавали на това занятие. Както пише самият Галилей, това били книжни учени, които смятали, че науката може да се изучава както „Енеида“ и „Одисея“ или чрез наскучаване на цитати от различни текстове.

Заставяйки на тази позиция, колегите на Галилей, „синьори философите“, както ги нарича той, въобще отказвали да погледнат в тръбата: „Те с никакво упорство на апсиса, въпреки хилядократните покани, отказваха да погледнат нито към Луната, нито към телескопа“ (текст от писмо на Галилей). Когато все пак някои от тях поглеждали през телескопа, обяснявали видяното с оптическа измама, която се дължала на „стъкълцата“.

Виждайки своето бессилие на „научното поле“, противниците му започнали да предизвикват срещу Галилей духовните власти. Може би ученият допуснал грешка като дръзнал да навлезе в забранената област на теологията. Той се опитал да твърди, че в Библията не могат да се намерят доводи против движението на Земята (косвена подкрепа на коперниковата система). С тези си твърдения Галилей дал в ръцете на противниците си най-доброто оръжие срещу самия него. От този момент борбата била пренесена на фронта на библейските възприятия. Тук Галилей бил безпомощен срещу църквата.

В печално известният съд на Инквизицията по „делото Галилей“, ученият бил принуден да се отрече от резултатите си и на колене да прочете „признанието“, написано от неговите съдии: „Твърденията, че слънцето се намира в центъра на света, е нелепо, философски лъжливо и формално еретично, защото е право противоположно на свещеното писание. Твърденията, че Земята не е център на света, не е неподвижна, а се движи и притежава още денонощно въртене, е също нелепо, философски лъжливо и, разглеждано богословски, представлява, най-малко, заблуждение, противно на вярата“.

Историята показва, че тези догми на църквата са били опровергани. Нито нападките на схоластите и теолозите, нито даже съдът над Галилей, организиран от инквизицията, могли да спасят библейския образ на света. Въпреки забраните, учението на Галилей намерило разпространение и поддръжка от учени в другите европейски страни.

Само признанието на Ватикана „малко“ се е забавило. През 1992 г., повече от три столетия и половина след съда над Галилей, папа Йоан Павел II официално призна греха си спрямо учения.

Галилей действително бил унижен от инквизиторите, заставен да се отрече от своето учение. Но църквата не успяла да сломи неговия дух. Своята присъда той произнесъл в последния си труд „Беседите“:

„Природата, господне мой, се надсмива над решенията на князе, императори и монарси, и тя не би изменила, по тяхно желание, ни на йота своите закони“.

Легендата приписва на Галилей думи, уж произнесени веднага след отричането му: „И все пак тя се върти“. Тези думи са се превърнали в символ на борбата за научна истина, макар че някои историци подлагат на съмнение случаят. Аз искам да дам своя интерпретация за „отговора“ на Галилей по повод на унищожението от страна на инквизицията. Към това ме подтикна неотдавна излязлата книга „Пръстът на Галилей“ [9].

В музея на историята на науката във Флоренция, в стъкленица с албастрова подставка е запазен средният пръст от дясната ръка на Галилей, отделен от останките му при пренасянето им, през 1737 г., в църквата „Санта Кроче“. Тази реликва е символична – Галилей е „показал средния пръст“ на своите палачи от 17-ия век, които са го заставили публично да се отрече от истината, и на всички немалко техни подражатели през следващите векове.



По нареждане на папата, последните осем години от живота си Галилей бил под строг домашен арест, лишен от правото да общува. Специален надзирател следил за неговото поведение. Здравето му се влошило и в края на 1637 година напълно ослепял.

Починал на 9 януари 1642 година. Учените и почитателите на големия учен намерили най-точните думи, с които да изразят възхищението си от неговите гениални способности, написвайки на гробницата му:

„ЗАГУБИ ЗРЕНИЕТО СИ, ЗАЩОТО В ПРИРОДАТА  
НЕ ОСТАНА НИЩО, КОЕТО ТОЙ ДА НЕ Е ВИДЯЛ“.

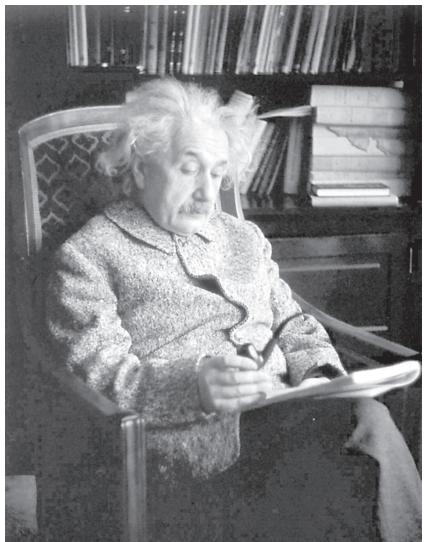
В края на същата година, на 25 декември 1642 г. се е родил Исаак Нютон, който продължил великото дело на своя предтеча и издигнал класическата механика до върховете на математическото съвършенство и красота.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Б.Г.Кузнецов, Галилео Галилей, ДИ „Техника“, София, 1977
2. А.Поликаров, Революциите във физиката, София, 1996, Акад.изд. „проф. М.Дринов“
3. Н.Балабанов, Човешкото лице на физиката, Пловдив. Изд. „Пловдивски университет“, 1999
4. Л.Ледерман, Д.Теръси, Частицата-Бог., изд. „Просвета“, София, 1997
5. Н.Балабанов, в сп. „Физика“, 2005, №2, с.97
6. А.Айнщайн, Л.Инфелд, Еволюция на идеите във физиката, изд. „Наука и изкуство“, София, 1959
7. Г.Иванов, Кратка история на астрономията. Унив. Изд. „Св. Кл. Охридски“, София, 1998
8. С.И.Вавилов, Галилео Галилей, изд. АНССР, Москва, 1943 г., с.7.
9. П.Аткинс, Пръстът на Галилей, изд. „З. Стоянов“, София, 2005.

## ЧОВЕКЪТ АЙНЩАЙН<sup>1</sup>

Фриц Щерн<sup>2</sup>



Айнщайн, този немец по раждане и особняк по природа бе – е най-прославеният гений на Германия. Но отношенията между гения и обществеността, между Айнщайн и германците, бяха обтегнати. Още на младини Айнщайн е възприемал родната си страна като нещо тягостно. На петнадесетгодишна възраст напуска Германия, вероятно за да избегне задължителната военна служба, но и за да последва родителите си в Швейцария. Остава двадесет години в немскоезичната чужбина, докато в 1914 Макс Планк и тогавният изключителен елит на немските естествоизпитатели не го повикват в Берлин. През април 1914 той е в този световен център на физиката, но обезпокоен от своето

„oberlinchvanе“ и изпълнен с боязнь от пруската строгост. Четири месеца по-късно, през август 1914, вече е усетил Берлин и като център на една войнствена сила, чието въодушевление се е превърнало в див шовинизъм. Тази болезнена треска не е пощадила дори най-близките му колеги. Тогава единствен той, недокоснат и самоотбраниващ се убеден пацифист, започва един живот на бунтар, на особняк, на оспорвана личност и на уважаван и непризнат символ на другата Германия.

Там, в Германия Айнщайн остана осемнадесет години, благодарен на приятелския кръг учени и скаран с протагонистите на немския национализъм. Той ненавиждаше тоя национализъм и по-сетнешният националсоциализъм бе за него само катастрофално повишен шовинизъм. Славата му и често язвителната му критика будеха голямо негодувание у мнозина германци. Като че ли за последен път еврейски гений раздразни множество германци, както по-рано бяха сторили това Хайне, Маркс и Фройд.

Около Айнщайн нещата никога не са били прости. Неговата скромност криеше непроницаема сложност. Славата му, склонността му към безотечественост и трагедията на собствената му страна, го превърнаха в откъсан от Германия гражданин на света. Неговата собствена представа за Германия бе както поетична, тъй и вярна. Преживяното в Германия го е преследвало докрай, както е измъчвало по-късно и мнозина други от неговото поколение. Това минало обуславя политическото му и нравствено разви-

тие, както и неправоверните му възгледи и противоречивите му житейски роли.

По времето на Айнщайн Германия бе обетованата, а после прокълнатата страна на света. Това бе страна с решаващо влияние в световната политика, страна където в един миг, който като че ли щеше да трае вечно, се разигра моралната драма на нашето време. В някои критични моменти Айнщайн и най-близките му колеги реагираха по съвсем различен начин на случващото се.

Да бъде разбран Айнщайн е несравнено трудно. Той остана загадка за приятелите си и дори тяхната симпатия не можа да прехвърли мост на разбирателство. Единствен път съм се срещал с него. Беше през 1944, аз бях млад студент и той ме запита за моите планове. Казах му, че се колебая дали да следвам медицина или история. За него изборът не беше труден. Той каза, че по своите методи медицината е точна наука (нешто, в което аз не съм убеден), а историята не е.

Айнщайн е роден в десетилетието, осъществило обединението на Германия (1881) и почина десет години след разпада на тази обединена Германия (1955). С бързата си индустриализация новосъздаденият Райх е излъчвал силата на една ускорена икономика, но е бил трудна за управление страна. Наред с регионалното и верско разцепление се появили и нови пукнатини, вече социални. Национализмът и милитаризъмът са били средствата с които да бъде постигната сплотеност и бъде преодоляно чувството за неосъществено единство. Бисмаркова Германия е била авторитарна държава с неустойчива жизнеспособност, страна в която не изтезават, но заедно с това безчувства и сантиментална, кадърна, усърдна, жадна за успех.

По време на Бисмарковото поколение е осъществена една голяма национална идея. Следващото поколение, олицетворено от младия кайзер Вилхелм, с неговите мечти и самоизмами, жадува за собствена слава, за собствени велики дела. Германия вече е великан в сърцето на Европа, с най-добрата войска, най-силното стопанство и най-производителната промишленост. Но какво призвание е усещала? Какво е искала да постигне Германия в годините след 1890? Като всяка възходяща европейска нация е искала да постигне всепризнато величие или една *grandeur*, една хегемония в Европа. Може би в стремежа си към величие немците са били по-боязливи от други народи и затова немският час е ударил чак след преживияни в зависимост векове.

В Германия, както и другаде, поколението от 1914 е богато на творчески таланти. Било е време, когато Германия заема предно място в естествените науки. Немските университети, които сравнително късно са постигнали високо равнище в естествознанието, внезапно открили, че техните учени се радват на световна слава. Университетите приемали гостоприемно младите дарования, стига да бъдат представени в прилични мъжки, и предимно протес-

тантски, одежди. Всяко отклонение от нормата можело да бъде заплатено само с прекалено много способности.

Айнщайн бил бунтар по начало. Когато родителите му заминали за Италия, петнадесетгодишния Алберт останал да учи в мюнхенската гимназия, където авторитарната атмосфера и бездушното преподаване го отблъскали. Има редица сведения за арогантно поведение на младия Айнщайн. Няма нужда да бъдеш лековерен за да повярваш, че един от учителите му се провикнал: "Самото ти присъствие в час съсипва респекта на класа към мен!" Враждебността на учителите го накарала да се откаже от училището и да напусне Германия. Тогавашният му неуспех улесnil по-късната му слава в Германия. Някои твърдят, че Айнщайн напуснал училището, защото се опълчил против царящия там милитаризъм. Според мен тесногръдият католицизъм, самонадеяната авторитарност и отблъскаващият тон на общуването са били причини, достатъчни да обезкуражат един млад човек като Айнщайн.

Допускам, че Айнщайн е напуснал Германия тъй бързо, за да избегне военната служба. Получавайки своевременно швейцарско гражданство е могъл и да избегне обвинението в дезертърство. Така първото му решение като възрастен било да се отскубне от хватката на насилието и той напуснал Германия без тъга по нея.

После дошли мрачни и тежки години в Швейцария, не винаги удовлетворяващото го учение и накрая осигуреността в патентната служба в столицата Берн. В Швейцария въпреки всички неуспехи, Айнщайн се е чувстввал добре. В 1914, вече професор във Федералното висше техническо училище в Цюрих, при него идват двама немски учени: Валтер Нернст<sup>3</sup> и Фриц Хабер<sup>4</sup>. Те му предлагат една единствена по рода си служба: осигурено със заплата членство в Прусската академия на науките, заедно с катедро в Берлинския университет, и то без задължение да преподава. Когато Нернст и Хабер си заминали, Айнщайн казал на асистента си Ото Щерн<sup>5</sup>: "Двамата приличаха на хора, които търсят рядка пощенска марка." Тази забележка е ранен пример за самоиронията и скромността на гения.

Айнщайн започнал новия си живот в Берлин през април 1914. Планк, Хабер и мнозина други изтъкнати учени се наслаждавали на присъствието на младия гений и на водещата му роля в техния кръг. Но след три месеца войната разтърсила тази идilia. В Германия Айнщайн става свидетел на бушуващото въодушевление в августовските дни, на това как почти всички немци са обхванати от една националистична оргия, опиянени от чувството, че общата опасност накрая ще обедини и облагороди народа.

Но омаята отминала. Убийствената война била твърде жестока, за да може да опази преливащия ентузиазъм. Германският елит, и не само германският, се бе позовал на чувствата към родината. През есента на 1914 деветдесет и трима от най-известните немски учени и дейци на изкуството,

сред които Планк, Хабер и Макс Либерман<sup>6</sup>, подписват позив в защита на Германия от обвинението във военни престъпления, отправени от Антантата. По своя тон, и вероятно неосъзнато, този призив застъпвал пълната невинност на Германия и стоварвал цялата отговорност за нещастието и за всички безчинства върху противниците. Публичната изява на 93-мата често бива разглеждана като оправдание на немската агресия, като декларация на безгранични шовинизъм.

Айнщайн останал самотен и скептичен. Войната причинила огромни бедствия и страдания, политизирала наред с всички и него. До 1914 той не се бил замислял по политически въпроси. Бягството му на младини от Германия не било нищо друго освен опит на един младеж да се изплъзне от хватката на държавата. Сега за пръв път той пристъпвал вън от научния си свят, убеден в лудостта на войната, смутен от лекотата, с която хората се отказват от международните си приятелства и от взаимното уважение. Пацифисти го помолили да подпише един апел към европейците, който пледира за справедлив мир без анексии. Това е първият призив, подписван от Айнщайн, но останал непубликуван, защото събрали малко подписи.

Научната работа, дейността му на дълбаещ мислител си останала негова страсть, но нечовешкият бяс на войната не му давал покой. Европеец и пацифист от самото начало, той останал недокоснат от военната психоза, заразила всички наоколо. Убеден в особената отговорност на Германия за избухването и продължението на войната, Айнщайн очаквал германското поражение.

За да разберем изолацията му трябва да видим реакциите на приятели и колеги. Поведението на Хабер е тъкмо обратното. Деветнадесет години по-възрастният Хабер бил гениален химик, роден организатор и горещ патриот. Без неговия амонячен синтез с атмосферен азот, нещо, с което той се занимавал още от 1904, немските запаси от взривни вещества са щели да се изчерпят още в първите месеци на войната. По това време той поел ръководството на германските научни усилия. През 1915 прави опит с отровни газове и наблюдава новото оръжие на Западния фронт, получил вече чин полковник. Новите отговорности го радвали. Да отдаваш всичките си душевни сили за нещо, в което вярваш, и то в сянката на една опасност, наистина е въздигащо преживяване.

Самотният пацифист Айнщайн вече усещал солидарността си с евреите, докато покръстеният евреин Хабер, става неуморният организатор на военни изследвания. Въпреки това очевидно противостоеие Айнщайн и Хабер останали близки, отدادени един на друг приятели. Жизнените им пътища са като негатив и позитив на една и съща снимка. Животът на Хабер олицетворява триумфите и трагедията на немското еврейство. За Айнщайн избухването на войната е било нещо ужасно, но не мисля, че той си е представял целия размер на катастрофата: безсмисленото унищожаване и осакатяване на ми-

лиони хора, гладуващите и страдащи деца, натоварването на целия европейски континент с една невъобразима ипотека, събарянето на една, станала напоследък крехка, цивилизация. Защо? Според Айнщайн отговорна е била внезапно избухналата в Европа, и особено в Германия епидемия от безумие. Древната немска мечта за величие се превърнала в заслепяващ кошмар. В по-късните фази на войната Айнщайн отново потънал в своята научна работа.

По-късно той се оказва прав и мнозина споделят усещането му. Войната радикализирала всички, повечето хора наляво, а някои изтласкала в една нова фанатична десница. Без тази война Европа нямаше да бъде сполетяна от большевизъм и фашизъм. Войната дискредитирала старите системи на властта и навсякъде възникнала враждебност спрямо капитализма, имперализма и милитаризма.

Около 1918-1919, за кратко време Айнщайн хранел някакви надежди за Германия. Предвижданото от него поражение сринало стария авторитарен режим и довело до появата на нов демократичен ред. Айнщайн подкрепял новата република и през ноември 1918, в разгара на немската революция, отправил укор към радикалните студенти и заедно с това предупреждавал срещу насилието. В един от първите си остри позиви осъдил и Съветска Русия като враг на свободата.

През март 1919 една британска експедиция, ръководена от Едингтън<sup>7</sup>, наблюдава слънчевото затъмнение. През ноември същата година бива съобщено, че тези наблюдения потвърждават предвижданията на Общата теория на относителността. Председателят на Кралското дружество в Лондон, нобеловият лауреат Дж. Дж. Томсън<sup>8</sup> обявил делото на Айнщайн за „едно от най-големите постижения в историята на човешката мисъл“. За едно денонощие Айнщайн става честван герой, гениален, неопетнен от войната учен, човек с неясна националност, революционизирал представите за Вселената, дал нови дефиниции на понятията време и пространство и то по един толкова неразбираем начин, че само шепа учени са могли да схванат новата тайнствена истина.

Както обикновено новият герой се появява когато в развалините на бойното поле са загинали старите герои: воинци, монарси, държавници, църковни велможи, всички са капитулирали. Старият горен слой се оказва негоден. Айнщайн се превръща в световна сила.

След 1919 обществените му прояви стават по-чести. Постоянно търсят становището му и той го дава. Излага своите виждания за живота, образоването, политиката и културата. Възгледите му са рационалистични, напредничави, либерални, застъпва се за международно сътрудничество и е срещу злото на милитаризма, национализма, тиранията и експлоатацията. Тези възгледи съответстват на характерното поведение на ваймарската интелигенция. Но Айнщайн е по-сложен, по-непредвидим и по-независим. Той е теоре-

тик без какъвто и да е практически опит. Съветите си раздава толкова охотно, защото категорично има право когато мнозина грешат. Преди 1919 той не само е детронирал научни критерии с вековна давност, а се е опълчил и против общоприети мъдрости и срещу масовата истерия на военното време. Възгледите му често пъти са измамно прости. Не са толкова наивни, както често е твърдяно, но и не тъй дълбоки, както са вярвали почитателите му.

Становищата и съветите на Айнщайн са рационално подкупващи, добронамерени в общия смисъл на тая дума, но все пак им липсва известна тежест, една известна близост до действителността. Отчасти защото подходът му е неисторичен и откъснат от реалността. Айнщайновата действителност е главно аполитична, обусловена от морални изисквания. Политиката като изкуство на възможното му е чужда. Негов идеал е политиката като повеля на разума и справедливостта. Той не е политически мислител, а философ, моралист, пророк. Страданията на света са го карали да предлага мерки за подобреие и подкрепа на човешкия живот, но понякога тези идеи са били утопични.

Айнщайн никога не се е колебал да заеме политическа позиция. Скоро след идването на власт на Хитлер, той атакува новия режим от чужбина. Близкият му приятел Макс фон Лауе<sup>9</sup> пък пита, дали ученият би трябвало изобщо да се захваща с политически проблеми. Айнщайн отхвърля такива съмнения: „Тъкмо при положението днес в Германия, виждаме докъде води подобно самоограничение. То ще рече без съпротива да оставим да ни водят слепи и безответворни. До къде щяхме да стигнем ако Джордано Бруно, Спиноза, Волтер и Хумболт биха мислили и постъпвали така?“ Наред с редица мислители от дадесетте години на 20 век и Айнщайн е подценявал силата на неразумното в политическия живот, на онова, което немците наричат демонично.

Магията на Айнщайновата личност и на несравнимото му дело са предизвикали необикновен отзук на неговите възгледи. Мнозина са го виждали като мъдрец и светец. Всъщност той е една трудна за разбиране и сложна личност, която на мирала простота в сложността на природата. И в сложността на собствената му личност принципът на простотата играе важна роля. Облеклото му е просто, вкусовете му също, а и цялата му външност. Подчертавана е била неподправената му скромност, както и безкористността му. Колцина учени днес биха предложили да им бъдат намалени заплатите?

Айнщайн бе самoten човек, безразличен към почести, по собствените си думи – без родина, загрижен за човечеството и плах в отношенията си с



близките си хора. Понякога изглеждаше като нов Франческо Асизки, като самотен светец, невинен в своята платноходка, отправил меланхоличен поглед безпокойно в далечината. Понякога обаче, при други обстоятелства, той се е впускал в игра с пресата, озовавал се е против волята си сред знаменитости и властващи. В края на краишата, може би несъзнателно, той възприе знаменитостта си и новата си роля.

Айнщайн изнася доклади в далечни страни като „пътник на относителността“. В 1921, след първото си посещение в Америка, той казва: „Винаги е несправедливо да бъде поддържан култ към отделни личности. Намирам за непочтено и за признак на лош вкус да си избереш неколцина и безгранично да им се учудваш... Това е моята съдба и противоречието между публичната оценка на моите сили и постижения от една страна и действителността от друга, е просто гротескно.“ Той знаел, че се е превърнал в герой, и въпреки това всеки път отново се изненадвал. През 1929 говори за себе си като за еврейски светец. Играе различни роли и всяка от тях е истинска, на обикновен човек в сложни роли. В публичната си роля е склонен към съчувствие, в началото на двадесетте години към Германия. През септември 1920 пише, че Берлин е онова място „с което съм най-раснал, и в научно и в човешко отношение. Покана за чужбина бих приел само при външна принуда“.

Няколко немски правителства последователно са виждали в него едно национално богатство, вероятно най-ценното в сбирката на морално и материално обеднялата национална съкровищница. В пътуванията му и в славата му са виждали обещания за възраждане на предишния блъсък. Но и неговите лични надежди постепенно увяхвали. Предупреждава Валтер Ратенау<sup>10</sup> да не заема поста външен министър: на евреи не биха дали да играят такива видни роли. Когато деснорадикалните убийци на Ратенау сред широки кръгове в Германия биват чествани като истински патриоти, Айнщайн вече има основания да се бои за живота си.

Непосредствено след Първата световна война, в началото на обществената си кариера, Айнщайн е застъпник на различни надежди. Но застъпил се веднъж за едно добро дело, понякога го изоставя и дори отхвърля. Остава си отвлечен теоретик, според когото естество на света е било умишлено унищожено.

Понякога обаче неговите повели съдържат визионерски и практически елементи. Пафист по време на войната, Айнщайн се превръща във виден деец на немското пафистко движение. Ненавижда сляпо превъзнасяния милитаризъм и проклина „най-лошата последица на стадния живот – военната система“. За него войната е заразна болест, разпространявана от алчни хора, които човеците с добра воля трябва да отстранят или с една наднационална власт или с революционен пафизъм, сиреч чрез отказ в мир или война да се носи оръжие. Айнщайн искаше съпротива срещу войната. Но в

1933, веднага след овлаштяването на Хитлер, той се отказа от пацифизма, дори разгневявайки доктринерните си привърженици. Настоящите пред западните сили да се въоръжат срещу едно повторно германско нападение.

Второто нещо, което му бе присърце, бе ционализмът. С него като че ли беше се занимавал още през първата война. През 1918 лондонският *Таймс* нарече Айнщайн „ционист..., интересуващ се от планирания в Йерусалим Еврейски университет и готов да работи там“. В началото на двадесетте години той публично се застъпи за ционаизма, изненадвайки и вероятно дори изумявайки мнозина свои колеги. Антинационалистите се уплашиха от така предложената нова национална общност. Но Айнщайн бе развел все по-голямо чувство на солидарност с евреите, главно с еврейските жертви на дискриминация. Изглежда бе повярвал в наличието на една неизлечима антипатия между християни и евреи, при което вината не трябва да бъде търсена само в едната страна. Затова и мнението му, че евреите имат нужда от духовна родина и спасително пристанище. Той се позоваваше главно на дискриминацията в немските университети срещу даровити евреи от Източна Европа и Германия.

През 1921 прочутият химик Хаим Вайцман<sup>11</sup> убеди Айнщайн да го придружи по време на едно посещение в Съединените щати, на което да бъдат събиирани помощи за планирания Еврейски университет в Йерусалим. За Вайцман участието на Айнщайн е означавало много. Айнщайн пък бе преживял дълбоко емоционално последвалото посещение в Йерусалим. Но не е минало без конфликти. Айнщайн се е борил с посредствеността на американския ректор на Еврейския университет, защото виждал в него протеже на най-долнопробните американо-еврейски плутократи, които го отвращавали, макар да им е помогал да пооблекчат кесиите си. Айнщайн спори публично с Вайцман върху политиката на новия университет и на няколко пъти заплашва, че ще прекрати подкрепата си, тъй като настоява за такова еврейско присъствие в Палестина, което да не накърнява арабските интереси.

През 1929, по време на най-лошите нападения върху еврейските селища, той отново се застъпва пред Вайцман за едно еврейско-арабско сътрудничество, предупреждава срещу „национализъм по пруски“, под което е разбирал политика на неотстъпчивостта и упование само в силата. Тъкмо когато евреите най-остро се нуждаеха от родина в Палестина, непосредствено след като Хитлер дойде на власт, Айнщайн скъса и с Еврейския университет и с Вайцман. През април 1938 Айнщайн напусна поста си и още веднъж предупреди за опасността от „тесногръден национализъм“.

Успехът на Айнщайн – предимно огромните аплодисменти в чужбина, по време когато повечето немски учени бяха изключени от всякакви междуна-





родни контакти – предизвика сериозно озлобление в Германия. Някои физици се обявиха против похвалите за „съмнителната теория на относителността“. Един негов сълауреат<sup>12</sup> я нарече „еврейска лъжа“. За антисемитите Айнщайн се превърна в близка и любима за поругаване цел. От улицата вълните на омразата навлязаха в учебните зали и понякога някои недобре преценени изказвания на Айнщайн още повече влошаваха положението.

Германия отново опозна страха. Надеждите на Ваймарската република се изпариха. Още през 1922 животът на Айнщайн бе вече в опасност. Той пътуваше повече от преди, но отклони привлекателните покани да се премести в Лайден или Цюрих, от университети, с които имаше тесни връзки. И въпреки антипатията си срещу много неща той остана в Германия. Остана, защото през двадесетте години Берлин беше златният център на физиката. Остана, защото намираше близостта до Планк, Лауе и Хабер за уникален дар в живота си. През 1947 той написа на вдовицата на Планк, че времето, когато е работил със съпруга ѝ числи към „най-щастливите спомени на мой живот“.

Към света на Айнщайн принадлежаха и немци, и евреи, сътрудничещи си в извънредна хармония. Но не можем да не отбележим, че нито един учен евреин не е останал незасегнат от постоянната враждебност към евреите, както в Кайзерова Германия, тъй и в Германия на Ваймарската република. Нито славата, нито успехите или нобеловите награди, нито покръстването даваха абсолютна сигурност. През Ваймарската епоха бушуващата неприязнь дори е била по-силна. Повечето официални бариери срещу евреите били вече премахнати, но нови страхове и нови ненависти допълвали старите предразсъдъци.

През 1932 Айнщайн заминава за Америка, отначало с намерение всяка година да се връща в Берлин за по един семестър. Идването на власт на Хитлер през следната 1933 изменя всичко. Айнщайн веднага напада новия режим, изключват го от Прусската академия на науките, книгите му биват изгирени, имотът му конфискуван. Съгласно първите наредби на правителството за тъй нареченото „прочистване на университетите“ само неколцина евреи остават на служба и повечето неарийски приятели на Айнщайн веднага напускат Германия. Там физиката бива съсипана и малкото останали водещи умове се борят поне за малко достойнство и самостоятелност. Айнщайн намира подслон в Принстънския Институт за висши изследвания, при условия подобни на онези, в които е работил в Берлин.

След 1948 Айнщайн остана вярно привързан към държавата Израел, макар да е усещал опасността от еврейски екстремизъм. След смъртта в 1952 на

президента Вайцман, тогавашният премиер Бен Гурион го покани да стане наследник на Вайцман. В няколкото дни между поканата и отказа, Бен Гурион казал на един свой сътрудник: „Ами ако приеме, какво ще правим?“ Айнщайн спестил на държавата Израел това изпитание.

Публичните прояви на Айнщайн по време на изгнанието му са обусловени пак от страхът му от Германия. Той пак предупреждава Запада за ново немско нападение. Отказал се от пацифизма, тъй горещо защищаван по-рано от него, в 1939 той подписва знаменитото писмо до президента Рузвелт, в което американското правителство бе призовано да се подгответ, защото Германия може да създаде ядрено оръжие. Дори оплакванията на Айнщайн от следвоенна Америка, така и неговата погнуса от маккартизма, са резултат от неговия образ на Германия. Според него Америка е тръгнала по път, извърян от Германия. Той не е могъл да знае, че междувременно американското ФБР е събрало 1500 страници материали против него, изобразяващи го като шпионин, комунист и престъпник. Пък и да знаеше за това досие, само щеше жлъчно да се усмихне.<sup>13</sup>

### Бележки

1. Основа на текста е доклад, изнесен в 1979 в Йерусалим по повод стогодишнината на Айнщайн, а после и на много други места. Тук е преведена съкратената версия, излязла в *Die Zeit* на 08.05.1985. Пълната версия може да бъде намерена на с.30-61 в: Fritz Stern. *Der Traum vom Frieden und die Versuchung der Macht. Deutsche Geschichte im 20. Jahrhundert.* Berlin,1988, огкъдто е направен и преводът. Английският оригинал е: *Dreams and Delusions. The Drama of German History*,1987.

Тук заглавието и всички бележки са на преводача.

Измежду излезните през 2005 книги за Айнщайн нека отбележим:

J. Neffe. Einstein. Reinbek, Rowohlt. 492 p. A. Schwarzenbach. Das verschmahte Ge nie. Albert Einstein und die Schweiz. Muenchen, 216 p.

J. Wickert. Albert Einstein. Reinbek, Rowohlt. 186 p.

H. Goenner. Einstein in Berlin. Muenchen,Beck. 368 p.

T. Levenson. Albert Einstein. Die Berliner Jahre 1914-1932. Muenchen. 242 p.

A. Einstein – Max Born. Briefwechsel 1916 – 1955. Muenchen. 391 p.

Отзив за тези книги има в статията: U. Baron. Zur Ikonographie Einsreins.

*Frankfurter Hefte* 52(2005)4: 59-63.

2. Фриц Щерн е роден през 1926 във Вроцлав (тогава Бреслав). От 1938 живее в Ню Йорк и е емеритиран професор по история в университета Колумбия. Неотдавна излезе отново книгата му *Kulturpessimismus als politische Gefahr*, Stuttgart,2005. *Times Litterary Supplement* нарече тази книга едно от стоте най-важни издания след 1945.

3. Walter Hermann Nernst (1864-1941) е един от основателите на физикохимията.

През 1906 формулира носещото неговото име правило за недостижимост на абсолютната нула. Нобелова награда в 1920.

4. Fritz Haber (1868-1934), физикохимик. Нобелова награда в 1918. Като неариец напуснал Германия през 1933 и починал на следната година в Англия. Вж. в цитираната по-горе книга на Щерн, главата: Хабер. Политика и наука с. 62-89.

5. Otto Stern (1888-1969), физик, заедно с В. Герлах експериментално доказал спина на електрона, нобелова награда 1943.

6. Max Liebermann (1847-1935), художник, най-видният представител на импресионизма в Германия.

7. Arthur Stanley Eddington (1882-1944), астрофизик.

8. Joseph John Thomson (1856-1940), физик, откривател на електрона, нобелова награда 1906.

9. Max von Laue (1879-1960), физик, нобелова награда 1914.

10. Walter Rathenau (1867-1922), индустриалец и политик.

11. Chaim Weizman (1874-1952), професор по химия в Манчестър и пръв президент на държавата Израел.

12. Вероятно става дума за Johannes Stark (1874-1957), нобелова награда 1919. Щарк, наред с Филип Ленард (1862-1947), нобелова награда 1905, един от най-изявените нацисти сред немските физици.

По тоя повод намирам, че ще бъде интересно за читателите да прочетат какво пише за Айнщайн в известния Meyers Lexikon в 1937(Bd.3, p.526):

„Айнщайн, Алберт, теоретичен физик, евреин, роден 1879 в Улм, от 1895 в Швейцария, от 1910 в Прага, 1914-1933 професор в Берлин, 1918 съосновател на Демократическия народен съюз на „Немската лига за човешки права“ (вж. пацифизъм), пропагандирал отказ от военна служба, член на Президиума на комунистическата „Международна работническа помощ“, председател на проболшевишката „Приятели на Нова Русия“, заедно с братята Томас и Хайнрих Ман се обявява против Закона за Опетняване и Омърсяване, участник във всички акции на салонните болневики, близък до цинанизма; през 1921 предприел пропагандно пътуване в Америка, от 1932 професор в Принстънския университет (протест на американските национални дружества), 1933 професор в Париж, живее в Америка. От ноември 1933 заради противогерманските му подстрекателства са конфискувани имуществата му (оплакването пред Хагския международен съд отхвърлено), лишен от германско гражданство през 1934.“

А. съставя тъй наречената Теория на относителността, която поради силната пропаганда на цялата еврейска преса се превърна в голяма сензация и която поради своя чисто формален характер не може да има практическо значение, тъй като основите й са вън от представимата реалност...“

13. Тук си струва да цитираме едни думи на Айнщайн за контактите му с журналисти: „Репортерите задаваха подбрано глупави въпроси, на които отговарях с евтини шеги, възприети с въодушевление“ (вж. Baron в т. 1)

Превод и бележки: Б. Пенков

## 50 г. ОИЯИ – Дубна (1956 – 2006)

### ЗА ЕДНО НЕПОВТОРИМО И НЕЗАБРАВИМО ВРЕМЕ<sup>1</sup>

М. Г. Мещеряков<sup>2</sup>

(Из историята на създаването на  
Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна)

От втората половина на 1944 г., когато все по-видима ставаше зарята на дългоочакваната победа, в средите на руските учени, занимаващи се с изследвания в областта на ядрената физика започнаха обсъждания на програма за построяването в Русия на ускорители на частици. Няколко съвещания по този въпрос се състояха под ръководството на И. В. Курчатов в организираната от него Лаборатория №2 на Академията на науките (АН), впоследствие станала Институт за атомна енергия на АН<sup>3</sup>. В резултат на доста оживените дискусии изкристиализира мнението, че ако за развитието на ядрената физика е достатъчно да се построят няколко стандартни циклотрона, то за провеждането на вече очертаващите се фундаментални физични изследвания е необходимо да се планира строителството на два ускорителя с рекордни за онова време енергии: протонен синхроциклиotron с енергия 450 – 500 MeV, с възможност за последващо увеличение до 650 – 700 MeV и електронен синхротрон с енергия не по-малка от 250 MeV. По това време вече съществуваше възможността за създаване на подобни ускорители, базиращи се на принципа на автофазирането. Този принцип беше предложен малко преди това от В. И. Векслер в Русия и малко по-късно от Е. Мак-Милън в САЩ. Първото правителствено решение за строителството на голям синхроциклиotron в района на селището Голяма Волга беше взето през август 1946 г.

През февруари 1947 г. след завръщането ми от дългосрочна командировка в САЩ бях назначен за научен ръководител на разработването на синхроциклиотрона. В Лаборатория №2 на АН беше създаден специален ускорителен отдел, със задачата в най-кратък срок да се създаде действуващ модел на бъдещия синхроциклиотрон и с негова помощ да се провери принципа на автофазиране. От самото начало се предполагаше, че след завършване на експерименталната проверка на принципа на автофазиране, ускорителният отдел ще бъде преместен в мястото за строителството на синхроциклиотрона и ще стане ядро на бъдещия научен център. Първите сътрудници на този отдел бяха Н. П. Бочачев, Е. Л. Григориев, В. С. Катишев, А. А. Рейт и А. А. Кропин.

Moето първо пътуване до мястото определено за строителството на ус-

корителя, или както тогава се казваше – „на обекта“, се състоя на 27 март 1947 г. Беше ранна пролет, с мъгли и пожълтял, шуплест сняг. Влак не можеше да се използува: по време на войната по железопътната линия Вербилки – Голяма Волга на много места релсите бяха демонтирани. Наложи ми се да пътувам с военновременен джип. За два часа по много разбитото шосе се добрах до Дмитров, а след това още около четири часа се „търкаляхме“ до Голяма Волга по път, който на места беше застлан с кръгли дървени трупи. Оттам верижен трактор за някакви си два часа „довлачи“ джипа до мястото, където днес се намира плувният басейн „Архимед“.

Наоколо беше влажна гора, в която трудно проникваше светлина. Няколко десетки работника, начело с ръководителя на строителството А. П. Лепилов, прокарваха просеки за пътища и бързаха до стопяването на леда по Волга да изградят дървено пристанище. Група геодезисти трасираше улици-те на бъдещия научен град и железопътната линия от гара Голяма Волга до техническата площадка.

Преди всичко трябваше да утвърдя местата за изграждането на технологичните корпуси на ускорителя. Не беше трудно да се убедя в голямата заблатеност на цялата територия, определена за строителството на синхроциклонотрон и особено на площадката, където проектантите от Ленинград предвиждаха да разположат самия ускорител. Наложи се мястото, определено за изграждането на технологичните корпуси на ускорителя, да бъде преместено по посока на неголям пясъчен хълм, на който много по-късно израстна корпусът на теоретичната лаборатория. Така възникна завоят на пътя, продължаващ улица „Ф. Жолио-Кюри“ след железопътния прелез.

Имаше още една причина за моето пътуване до мястото на строителството. Беше решено и ускорителят, и разположеното до него научно градче да се строят далеч от населени пунктове. От самото начало беше ясно, че научният и инженерният персонал на бъдещия научен център ще бъде изпратен отвън. Но откъде да се набере обслужващият персонал на самия ускорител, работещите в топлоцентралата, в банята, във фурната за хляб, в магазините, в пощата – с една дума всички, без които не би било възможно нормалното съществуване на научното градче? Помогна ни фактът, че недалеч от строителството се намираше малко село, наброяващо около петдесет къщи. Почти във всяка къща имаха своята мъка: от войната не беше се върнал един, а в някои къщи – и двама, и дори трима човека. Това село беше възникнало на ново място само преди 12 години и беше получило името Ново-Иванково. По-рано то се наричало просто Иванково и до 1934 г. се намирало там, където сега минава тунелът под шлюза, съединяващ Московското море с Волга.

Спомням си радостта на жителите на Ново-Иванково, узнали че за тях ще се намери работа на обекта, строителството на който започваше в съсед-

ство с тяхното село. По-късно много жители, усвоили нови специалности, започнаха да работят на ускорителя и в научното градче.

През пролетта на 1947 г. започнаха на широк фронт проектни и изследователски работи в организациите, привлечени за построяването на синхроциклонотрона. През август 1947 г. десетте тома на проекта на синхроциклонотрона бяха утвърдени. Тогава беше определен и срокът за пускане ускорителя в действие – 21 декември 1949 г. От лятото на 1947 г. с пристигането на проектната документация се разгърнаха широкомащабни строителни работи – дренажни работи, прокарване на пътища и на железопътното отклонение от гара Голяма Волга до техническата площадка. Пробиваха се артезиански сонди, изграждаха се основите на технологичните корпуси, на топлоцентралата и на административния корпус.

През декември 1947 г. беше пуснат в действие моделът на синхроциклонотрона и до лятото на 1948 г. на него бяха завършени изследванията на принципа на автофазиране. По това време на обекта започна да постъпва от заводите технологичното оборудване, което често направо след разтоварването си се монтираше в още недостроените корпуси. През лятото на 1948 г. във връзка с форсиранието на строителството на ускорителя беше решено той да стане базово съоръжение на специална научна лаборатория, която по-късно прие името Институт за ядрени проблеми на Академията на науките (ИЯП на АН). До 1953 г. ИЯП на АН се намираше в тясна организационна връзка с Лаборатория №2 на АН, а след това стана самостоятелен научен институт.

Първи в щата на създаваната научна лаборатория бяха включени сътрудниците на ускорителния отдел на Лаборатория №2 на АН. Персоналът на службите, експлоатиращи ускорителя, се окомплектоваше с инженери и техници, изпращани със специални „направления“ от други организации. През



*Фиг. 1. Първият ускорител построен в Дубна – синхроциклон, ускоряващ протони до максимална енергия 680 MeV. Синхроциклонът започва работа през 1949 г. През 1979 – 1984 г. е реконструиран във фазotron с пространствена вариация на магнитното поле. Вътрешен ток на ускорените протони 10 KA, ток на изведения спон 4 KA.*

есента на 1948 г. сътрудниците на Лаборатория №2 В. П. Джелепов, А. В. Честной и малко по-късно М. С. Козодаев бяха назначени за ръководители на различните отдели на ускорителя. От 1949 г. лабораторията започна да се попълва и с млади, току-що завършили висшите учебни заведения физици: Л. М. Сороко, В. П. Дмитриевски, Б. М. Головин, Ю. М. Казаринов, Б. С. Неганов, И. К. Взоров, В. П. Зрелов и др.

Създаването на ускорителя и строителството на научното градче против чаше с все по-бързи темпове. На смяна на работниците изливащи бетонните основи идваха монтажниците и настройчиците на технологичното оборудване, което постъпваше от заводите като една непрекъсната река. Работеше се на две, а често и на три смени. През есента вече можеше да се започне изпитването на отделните агрегати и устройства на ускорителя.

Цялостното пускане на синхроциклонотрон в действие се състоя през нощта на 13 срещу 14 декември 1949 г. До 1953 г. това беше най-големият ускорител на протони в света. Скоро след началото на работа на синхроциклонотрона с негова помощ започнаха да се провеждат широкомащабни научни изследвания, в които наред с физиците от ЛЯП на АН участвуваха и специалисти от няколко московски и ленинградски института.

Атмосферата през първите години на научни изследвания със синхроциклонотрона беше несравнима по своята романтика. За това спомагаше младостта на целия научен колектив и необикновения простор за нови научни експерименти. От гледна точка на днешната детайлна регламентация на научните разработки с широко разклонената система от съвети, комитети, съвещания, обсъждания на приоритетите за финансиране на различните експерименти и т. н., организацията на изследванията през първите години работя на ускорителя беше невероятно упростена. Съставяше се само един най-общ годишен тематичен план и колкото и невероятно да ни се струва – всичко вървеше като по вода. Голямо значение за формирането на мнение по научните въпроси имаха дискусиите на редовно провежданите семинари, в които участвуваха Я. А. Смородински, И. Я. Померанчук, Я. П. Терлецки. Важна роля за израстването на младия колектив изигра акад. В. И. Фок, който през 1951-52 гг. работи в ИЯП на АН върху своята монография „Теория на пространството, времето и гравитацията“.

Младите физици експериментатори в тесен контакт с теоретиците усилено търсеха най-перспективните направления на експериментални изследвания с помощта на ускорителя.

На първо време животът в научното градче, както и в цялата страна през следвоенните години, беше суров – за кухненските печки се използваха дърва, в къщите нямаше топла вода, тротоарите и улиците бяха покрити с чакъл, в магазините имаше много малко стоки. Затова пък във Волга имаше много риба. Много по-късно се построиха стадионът, плувният басейн „Ар-

химед“ и започнаха да се излъзват редовни телевизионни предавания. Също така много по-късно улиците и тротоарите на научното градче бяха асфалтирани, появи се редовна железопътна връзка с Москва и беше построен Домът на културата „Мир“.

В края на 1949 г. завърши строителството на жилищните сгради по улици „Ф. Жолио-Кюри“, „Съветска“, „Младежка“ и „Паркова“. Възникна ядрото на научния град.

По-нататъшното му разрастване беше свързано със създаването през 1951 г. редом с ИЯП на АН и на друга научна организация – Електрофизичната лаборатория на Академията на науките и започването на строителството на протонен синхрофазотрон с енергия 10 GeV.

Градът се застраяваше главно по протежение на река Волга и в края на краищата изцяло погълна село Иванково.

През 1956 г. на базата на Института за ядрени проблеми и на Електрофизичната лаборатория на Академията на науките беше създаден международен научен център – Обединеният институт за ядрени изследвания (ОИЯИ), в който и днес плодотворно се трудят учени от редица европейски и азиатски страни.

През същата 1956 г. научното градче заедно с работническите селища в района на Голяма Волга беше преобразуван в град, който получи името Дубна. Самият град и заобикалящата го територия бяха прехвърлени от Калининска в Московска област.

Как възникна идеята за създаването на Обединения институт за ядрени изследвания?

През юли 1955 г. в актовата зала на построена малко преди това на Воробьевите възвищения в Москва централна сграда на Московския държавен университет се състоя сесия на Академията на науките, посветена на мирното използване на атомната енергия. След моя доклад



Фиг. 2. Синхрофазотронът, ускоряващ протони до максимална енергия 10 GeV. Ускорителят е построен в Дубна под ръководството на акад. В. И. Векслер и започва работа през 1957 г. Интензивността на ускорения протонен сноп е  $5 \cdot 10^{12} p/cycle$ . В момента синхрофазотронът ускорява тежки иони до максимална енергия 4 GeV/A.

пред общото събрание на академията за резултатите от проведените през периода 1950–1955 г. изследвания с помоха на Дубненския синхроциклиotron се състоя прием на чай при президента на академията акад. А. Н. Несмеянов. На приема присъствуваха гостуващите на сесията учени от тогавашните социалистически страни. Те бяха поканени да посетят Дубна и ИЯП на АН и на място да се запознаят с провежданите научни експерименти. По време на това посещение по един естествен начин започна разговор за участието на учени от тогавашните социалистически страни в провежданите изследвания. Първоначално се предполагаше това да става на базата на двустранни договори.

Един месец по-късно в Женева се състоя международна конференция за мирното използване на атомната енергия. В края на един горещ, задущен ден, група участници в конференцията от бившите социалистически страни вечеряхме в ресторант на брега на Женевското езеро, от което лъхаше прохлада. Обсъждахме главната новина на конференцията – създаденият една година преди това Европейски център за ядрени изследвания (CERN) започващ да строи край Женева два протонни ускорителя – синхроциклиotron с енергия 600 MeV и синхротрон с енергия 30 GeV. Възникна идеята да се създаде подобен център на тогавашните социалистически страни. Това предложение беше подкрепено от всички социалистически страни. През март 1956 г. в мраморната зала на президиума на Академията на науките се състоя съвещание по въпросите на организирането на новия научен център.

От страна на Академията на науките в съвещанието взеха участие акад. А. В. Топчииев (ръководител на делегацията), проф. Д. И. Блохинцев, чл. кор. В. И. Векслер и чл. кор. М. Г. Мещеряков. Съвещанието обсъди целите и характера на дейността на бъдещия научен център и проекта на неговия устав.

Новият научен център получи името „Обединен институт за ядрени изследвания (ОИЯИ)“. Обсъждаше се и друго предложение – научният център да се нарече „Източен институт за ядрени изследвания“, но това име имаше географски привкус и беше отклонено от по-голямата част от участващите в съвещанието.

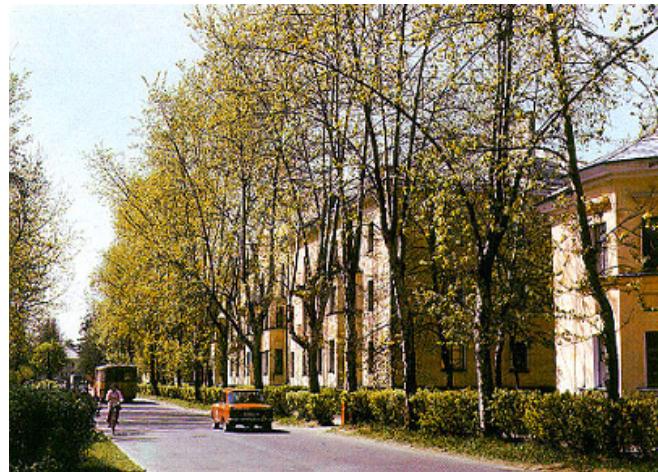
Договорът за създаването на ОИЯИ беше подписан от правителствата на всички тогавашни социалистически страни на 26 март 1956 г. През септември 1956 г. от пълномощните представители на тези правителства беше утвърден и уставът на новия институт.

Сред тези, които оказаха решаваща подкрепа на идеята за създаването на ОИЯИ и които през първите години съществено подпомогнаха неговата дейност на първо място трябва да се споменат имената на такива видни учени като: И. В. Курчатов и Д. В. Ефремов (Русия), Л. Яноши (Унгария), Г. Позе и Г. Херц (бившата ГДР), А. Золтан и Л. Инферд (Полша), В. Петържилка (Чехия), Г. Наджаков (България), Х. Хулубей (Румъния).

Спомням си също забележителните физици – хора, притежаващи голяма култура: Г. Позе, В. Вотруба, М. Даниш, Х. Невднчански, Л. Яноши, Г. Наджаков, Е. Джаков, Т. Тенесеску, Щ. Цицейку. С тях ми се наложи в началото на 1956 г. да обсъждам различни въпроси по организирането на Института и по неговия устав. Огромна е тяхната роля още от първите дни на съществуването на ОИЯИ да се установи дух на висок академизъм и тясно интелектуално сътрудничество между физиците.

В момента на създаването на ОИЯИ се предполагаше, че експериментите ще се провеждат с помоха на безвъзмездно предадените за ползване от Института синхроциклон с енергия 680 MeV и строящия се по онова време протонен синхрофазotron с енергия 10 GeV. Предвиждаше се също така в ОИЯИ да се създаде крупен теоретичен център, който бързо се оформи в Лаборатория за теоретична физика. По-късно в ОИЯИ бяха построени импулсен реактор и ускорители на тежки йони, започнаха мащабни разработки на автоматизация на научните изследвания и по конструирането на разнообразна електронна апаратура за ядрено-физични изследвания. В момента спектърът на научните изследвания в ОИЯИ се разшири много, даже твърде много. По това ОИЯИ силно се различава от CERN.

Ако говорим за главните резултати от дейността на ОИЯИ от момента на неговото създаване, то безспорно учените от Дубна имат съществен, а понякога и определящ принос за развитието на някои области на физиката



Фиг. 3. Дубна – старата част на града



Фиг. 4. Дубна – новите квартали

на ядрото и на частиците. В ОИЯИ възникнаха редица идеи, които обогатиха и задълбочиха нашите представи за физическата реалност.

След 1956 г. Дубна се разширяваше предимно по посока срещу течението на Волга, започна да се застроява района „Чърная речка“. В старата част на града израстнаха сградите на музикалното училище, на училище №8, филиалът на МДУ, хотел „Дубна“, железопътната гара. Постепенно градът се благоустроюваше и доби съвременен вид.

В светата на ежедневието на нас ни се изпълзват малките, противачащи от година на година промени. Но ни удивлява съвкупността от промените, станали в течение на години.

Ако нещо е останало в Дубна от онази далечна пролет на 1947 г., то това са нощните крясъци на птиците по върховете на дърветата, а над тях все същите безучастни към хорските дела звезди. Тяхната светлина все по-често засилва пронизващата ме болка, че не мога да преживея всичко това отново: участието в изграждането на града, пускането в действие на първия ускорител, безкрайното търсене на неизследванато...

Превод: Динко Динев

<sup>1</sup> Статията е написана през 1977 г. и е публикувана във вестник „Дубна“, №35 от 14. 09. 1994 г.

<sup>2</sup> М. Г. Мещеряков (1910 – 1994), член кореспондент на РАН, професор, доктор на физико-математическите науки, директор на първия научен институт в Дубна – Институтът за ядрени проблеми

<sup>3</sup> сега Росийский научный центр „Курчатовский институт“

## ОТЛИЧИЯ ЗА БЪЛГАРСКИ ФИЗИЦИ В СВЕТОВНАТА ГОДИНА НА ФИЗИКАТА 2005

Световната година на физиката '2005 приключи с отличията, с които бяха удостоени от МОН български физици. Тържествената церемония се състоя на 23.12.2005 г. и на нея бяха връчени годишните награди „За особен принос в науката“. За втора поредна година с престижната награда се удостоява и млад учен – 33-годишният доц. д-р **Стойчо Стоянов Язаджиев** от катедра „Теоретична физика“ на Физическия факултет. Основните му научни постижения са свързани с разработването на нови методи за генериране на точни решения на обобщените уравнения на Айнщайн, и в частност тавива, които описват черни дупки.

„За мен тази награда е признание за Физическия факултет и българската физика в Световната година на физиката.“ – заяви младият учен, приемайки отличието на МОН.

За постигнати съществени резултати при разработката на научноизследователски проекти Фонд „Научни изследвания“ към МОН отличи с първа награда научноизследователският проект „Физика на елементарните частици – теория и феноменология“, на колектив с ръководител ст.н.с. д-р **Екатерина Христова** от ИЯИЯ – БАН и участници: ст.н.с. д-р Димитър Стаменов – ИЯИЯЕ, проф. Елиот Лидер – Лондонски университет, Великобритания. Главното постижение на този договор е свързано с определяне разпределението на спина на нуклона между неговите съставящи – кварките и глуоните. В една от работите в Договора е предложен метод, въз основа на който през миналата, 2004 година, на ускорителя в Jefferson Lab (USA) с най-висока оценка (rating A), е одобрен експеримент PRE-04-113 за измерване на спина, носен поотделно от валентните и морски кварки в нуклона.

Между наградените бе и проектът „*Опто-механо-електричество във фотоактивни нано-течнокристални системи*“ с научен ръководител **акад. Александър Георгиев Петров** от ИФТТ на БАН и участници: доц. д-р Иван Петков, н.с. I ст. д-р Станимира Найденова, н.с. I ст. д-р Йордан Маринов, н.с. II ст. Лидия Тодорова, химик Тодор Ангелов, инж. техн. Мария Денчева-Заркова и докт. Росен Угринов. В него бе установен нов тип флексоелектричен ефект, дължащ се на пространствената производна на флексокоефициента. Получени са за пръв път флексоелектрооптични спектри на полимердиспергирани течни кристали. Те се характеризират с дълбоки минимуми при определени честоти в инфразвуковия диапазон.

Друг от наградените проекти бе на тема „Характеризиране на силициди получени чрез ионна имплантация“ на колектив с научен ръководител ст.н.с. I ст. д-р **Благой Георгиев Амов** от ИЯИЯЕ при БАН и членове: н.с. I ст. д-р Христо Ангелов, ст.н.с. II ст. д-р Петко Витанов, ст.н.с. II ст. д-р Екатерина Горanova, доц. д-р Митра Балева, физик Стефан Георгиев. Във връзка с договора колективът има 14 броя публикации, от които 6 доклада на конференции са отпечатани в пълен текст.

На наградените, честито! Дано през всяка следваща година българските физици да бъдат оценявани по достойнство, защото икономическият просперитет на България не може да се осъществи без научните изследвания, в основата на повечето от които стои тя, **физиката!**

Пенка Лазарова

\* За всички наградени проекти виж по-подробно в сп. „Наука“, кн. 6, 2005 г.

## ФАЛШИВИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

А. Ваврзинек

До неотдавна се очертаваше появата на един Нобелист от редиците на немските учени, очакващ се той да придае нов блясък на своя Университет. Всички бяха обнадеждени. А днес учените от Констанц много биха желали, за университета да се споменава в тази връзка колкото е възможно по-рядко. Тяхната доскорошна голяма надежда, физикът Ян Хендрик Шъон, от миналата година се нареди между най-големите измамници в историята на науката. Очевидно е, че именно в Бодензее той ще да е усвоил своя мошенически занаят, с който така силно впечатли световната научна общественост. Това обаче съвсем не е първата фалшификация в германските научни кръгове и очевидно няма да бъде и последната. Защото разкритите досега случаи показват една тенденция: много от новоизлюпените корифеи на научната сцена бързо стават недосегаеми като Папата. И тази недосегаемост може да се наруши едва тогава, когато някой външен колега се вгледа по-задълбочено в делата им.

Именно такъв беше случаят и със средно надарения физик Ян Хендрик Шъон. Веднъж, малко преди приключване на работния ден, неговият ръководител, професорът по физика в Констанц Ерик Бухер, видял на монитора на своя студент една необичайна измервателна крива. От нея ставало ясно, че на Шъон му се било удало да пропусне ток през органично съединение без никакво съпротивление, при само минус 156° С. Та това било световен рекорд! „Хендрик даде точни и убедителни отговори на всички мои въпроси,“ обяснил по-късно професорът. Бухер не виждал никаква причина за подозрение към своя млад и симпатичен студент. Обаче професорът не си направил труда да разгледа листингите със сировите експериментални данни, и така започнала блестящата кариера на Шъон. Като „един от моите най-добрите“, Бухер препоръчал Шъон на Бел Лабораторис в САЩ. Там привидно гениалният млад изследовател надскочил всички познати дотогава мащаби: само за три години той написал над 90 публикации. От тях 17 излязли в *Science* и *Nature* – двете най-renomирани световни списания в тази област. Обект на неговите изследвания били електронните кръгови превключватели, съставени от отделни молекули. Това е крайната граница на миниатюризацията, до която електрониката би могла да достигне според съвременните схващания. Въпреки че Ян Хендрик Шъон публикувал своите статии в съавторство с различни учени, съдържащите се в тях експериментални резултати във всички случаи били получени само от него. Голяма част от тази експериментална работа била извършена в Констанц. Един от читателите на работите на Шъон

бил Пол МакОйен от университета в Корнел, САЩ. Очевидно той е проучвал тези работи по- внимателно отколкото останалите читатели, защото открил, че няколко измервателни криви, взети от различни статии на Шъон, съвпадат абсолютно точно една с друга. По принцип, специфичните отклонения и детайли на кривата са проява на неконтролируемия „фонов шум“. Поради това всяка експериментално получена крива е уникална, както отпечатъкът от палеца на човек. Затова фината структура на физичните измервателни криви би трябвало да изглежда всеки път по различен начин. Но това не било така при Шъон, от което МакОйен заключил, че неговите резултати са фалшифицирани. Шъон оспорил това заключение. Специално сформирана комисия проучила подробно 24 публикации на младия изследовател. В 16 от тях били открити фалшификации. Едва тогава Шъон признал и изтеглил общо 8 публикувани статии от *Science* – нещо, което не се беше случвало в дотогавашната история на списанието.

Но дали е случайност, че един такъв едър измамник произхожда именно от Германия? Дълго време никой в тази страна не желаеше да осъзнае факта, че съществува проблем. Този възглед започна да се променя едва през 1997 г., когато беше разкрита цяла верига от фалшификатори, която твърде дълго време беше просъществувала необезпокоявана. „Тогава бяхме поискали експертна проверка от седем учени. Седем!“ Проф. Детлеф Гантен, от управителния съвет на Берлинския център за молекулярна медицина Макс-Делбрюк и досега се възбуджа, когато стане дума за процедурата по назначаването на Фридхелм Херман. „И всички, наистина всички до един дадоха блестящи отзиви.“ В началото на деветдесетте години Херман беше изгряваща звезда в небосклона на раковите изследвания. Най-забележителните публикувани резултати по това време идваха най-често от Раковия изследователски център в Хайделберг, или по-точно от Херман и неговата група. Когато по-късно изплуваха сенки върху звездата, някои от гарантите започнаха да мърморят полугласно, че това никак не ги учудвало. В по-близките кръгове отдавна вече се говореше, че в лабораторията на Херман не всичко е както трябва. Обаче експертите току-що бяха постлали червен килим пред краката на Херман. Беше предвидено медикът да проведе серия изследвания в Берлинския Макс-Делбрюк център върху свойствата на индикаторни вещества, с помощта на които имунната система на човека би могла да открива туморните образувания. Освен това Херман търсеше да идентифицира онези гени, които помагат на раковите клетки да отклоняват действието на медикаментите. На пръв поглед работата му вървеше успешно: почти всеки месец той докладваше в най-именитите специализирани списания за своите експерименти. Освен това той печелеше всички изследователски награди и грантове, участваше във всички възможни комисии и бордове, разпределящи парите за изследвания и беше избран за говорител на дружеството на немските генни терапевти. Около него се беше образу-

вала цяла върволица от хора, които се стремяха към висините. Към обкръжението на Херман принадлежеше също така и Роланд Мертелсман. Мнозина смятаха шефа на клиниката във Фрайбург за най-способния генен терапевт на Германия. Херман и Мертелсман бяха най-тясно кооперирани и обикновено публикуваха съвместно.

Обаче през 1994 г. един американски учен, гостуващ в центъра Макс-Делбрюк, открил фалшивки в някои от работите на Херман. В Центъра били възмутени – но съвсем не от Херман. „Когато напусках Германия, всички ме презираха, някои – като причинител на размирици, други – като лъжец.“ – заяви по-късно американецът пред комисията, разследваща случая, назначена от Германското изследователско общество (DFG). В резултат на това, Херман само се преместил в университета в Улм, като при това взел със себе си всичките си сътрудници. Неговата спътница в живота – медичката Марион Брах, получила в Улм професура. Там обаче един млад учен открил манипулации и в нейните трудове. Точно както и при Шъон, в различни фигури взети от тазлични нейни публикации, присъствал абсолютно идентичен шумов фон: очевидно тези фигури били създадени с помощта на простата процедура „copy – paste“. След дълго отричане, професорката признала за извършените фалшивки и накрая взривила бомбата: За протокола тя заявила, че в тези фалшивки са участвали както нейните сътрудници, така и самият Херман.

„Голямата комисия“ – една специално организирана група от експерти, възложила на Бюрцбургския клетъчен биолог професор Улф Ролад Рап, да разгледа под лупа работите на Херман. Рап и неговите сътрудници, които били финансиирани от DFG и от корпорацията Scheel, бързо стигнали до истината: „В някои случаи фалшивките бяха невероятно груби и драстични“ – споделя Рап.

Експертите разгледали под лупа 347 публикации и открили в 29 от тях ясни доказателства за фалшивки, а в 65 други – „забележими признания“ за манипулация на данни. Общо 121 от публикациите не можело да бъдат напълно освободени от подозрение за фалшифициране. И само в 132 публикации не били намерени никакви нередности.

„Отделни измами е имало и преди“, казва Рап, „Обаче тук новото е, че са замесени цели лаборатории с многобройни сътрудници“. Всички хабилитации, които са били проведени с участието на Херман, били анулирани. Фалшивикаторският манталитет се бил разпространил между изследователите като раково образувание и даже бил пуснал метастази и в други лаборатории, с помощта на преместили се там сътрудници. Години по-късно случаят не е напълно ликвидиран и продължава да предизвиква размирици. Наистина Херман бил принуден да се откаже от професурата си в Улм, но той се установил и сега работи необезпокояван като практикуващ лекар.

Друг учен, отношението към когото също предизвиква много въпроси, е Роланд Мертелсман. Професорът, който в продължение на години беше най-тясно обвързан с Херман, оспорва и досега всякакво съучастие в неговите фалшивки. Обаче една експертна комисия на DFG е констатирала, че поне за два от случаите на фалшивки, отговорността носи той. Въпреки това, Мертелсман и досега продължава да води катедра във Фрайбург. Все пак в продължение на три години той бе лишен от достъп до фондовете на DFG.

Никой не можеше да допусне, че ще се появи такъв случай като Херман, е извинението на научната общественост в Германия. Обаче още през трийсетте години на миналото столетие се бяха появили някои предизвестия за такава опасност. Така например, биологът Франц Мъзовус изказал сензационното твърдение, че зелените алги се размножават полово. За доказателство ученият показвал фотографии, на които той акуратно бил обозначен с различни символи мъжките и женските индивиди. По-късно той оповестил още, че в близост до алгите действат химични фактори, които определят половия живот на едноклетъчните. Той ги нарекъл сексуални вещества. Накрая съобщил, че е успял да разложи алгите на техните съставни части като при това е открил 70 нови гени. По такъв начин Мъзовус станал известен като откривател на химичния способ за натрупване на информация в живите същества. Вече бил добил славата на баща на немската молекуларна биология. Появили се и амбиции за Нобелова награда, които обаче били унищожени от Втората световна война. След войната, Мъзовус получил покана да замине за Америка. Като гост на някои от най-renomираните американски университети, той трябвало да разкаже за своите работи. Обаче по време на една от лекциите, една млада биологка изобличила гостуващия немски лектор в опит за груба измама. Мъзовус искал да демонстрира различната подвижност на алгите. Предварително обаче, той бил обездвижил част от едноклетъчните, използвайки йод. Не след дълго станало ясно, че той бил лъгал в продължение на цялата си научна кариера.

Още по време на Ваймарската република, фалшивките в научните лаборатории съвсем не са били нещо непознато. Но тогава никой не се е тревожел особено от това. В края на краишата, за такива случаи съществувало едно много убедително извинение: Германия била водещата страна в науката. Тук провеждали своите изследвания хора като Алберт Айнщайн, Макс Планк и Вернер Хайзенберг. Университетите имали блестящо реноме, а немските инженери изработвали всяка година повече патенти, от когато и да било по-рано или пък по-късно. Кой би се учудил тогава, че в такава обстановка на всеобщ разцвет, се намирала и по някоя черна овца?

Все пак още тогава започнало да става ясно, че не само „меките“ науки за живата материя са подходящо поле за измами, както е общоприето да се

смята и досега. Например Берлинският физик Емил Руп предизвикал фурор. Той направил съобщение, че е успял да проведе успешно един изключително труден експеримент върху природата на светлината, по скица на Алберт Айншайн. В продължение на цели десет години, Руп представял все нови и нови фотографии, като доказателство за успешно проведен експеримент. И тогава на един негов колега му хрумнало, че на скицата, която Руп така съвестно и точно бил възпроизвел, Айнщайн бил поставил едно от огледалата неправилно, така че експериментът въобще не би могъл да проработи при указаната конфигурация.

След създаването на Федералната република, изследователската работа в Германия изглеждало да протича при добре установени правила. Едва през седемдесетте години отново станаха известни редица случаи на измами, свързани с неправомерно дадени докторски и професорски титли и др. При това голяма част от случаите на измами вероятно въобще не са били публично обявени, а са били разгледани при закрити врати, без да се допуска намесата на обществеността. И едва огромните размери, които взел, случаят Херман засилили подозрението, че в научно-изследователските структури на Германия има фундаментални пропуски. „Херман разклати доверието в науката“, се оплаква Йенският философ и историк на науката Ерик Брайдбах. „Обаче без доверие, изследователската работа е невъзможна: когато един експерт работи на предния фронт на науката, той трудно може да бъде контролиран.“

Един от първите, които въз основа на тези факти призоваха за извършване на радикални реформи, беше Проф. Улф Роланд Рап. Според него измамите намирали добра почва, защото медицината в Германия оставала далеч зад своите реални възможности. Някои медици, при които били открити нередности в тяхната научно-изследователска работа, обяснили, че просто не са добри учени, тъй като не са могли да овладеят в необходимата степен изследователските методики.“

Ето един хитроумен аргумент, който се използва, и който не е лишен от реални основания: Действително, пренапрегнатото ежедневие на клиниките принуждава медиците да изучават изследователските методики в извънработно време. При това от тях се изисква да публикуват непрекъснато – защото който не публикува, получава по-малко пари.

Тук нещо може да се промени, ако поне част от медиците в клиниките, получат повече свободно време за своите изследвания, казва Рап. Също така би могло да се направи така, че учените да работят в по-тясна взаимосвързаност и да се контролират взаимно. „Измамниците ще са затруднени, когато бъдат принудени да работят в екип“, добавя Брайдбах. „Тогава те по-трудно ще могат да прикриват своите измами“.

Немската изследователска общност реагира на случая Херман чрез заливане на „самоконтрола в науката“. В лабораториите ще трябва да се пре-

разгледат някои „обичайни“ практики, заплаши Волфганг Фрювалд. Той е бил президент на DFG по времето, когато възникнал случаят Херман. Учените ще трябва да документират подробно своите изследвания, получените резултати ще трябва отново и отново да се проверяват от самите учени, които са ги получили. Който иска да получава пари от организацията, ще трябва да прилага ясни правила за осигуряване на „добри изследователски условия и критерии“.

Обаче настоящият президент на DFG Ернст-Лудвиг Винакер не вижда основания за създаване на перманентна и независима Taskforce (контролен орган), по американски образец: „В Макс-Делбрюк Центрум ние сме взели своеевременно небходимите мерки“, обяснява веговият шеф Детлеф Гантен. Ако някой забележи подозрителни признания, той има възможност да потърси съдействието на Омбудсман. При провеждането на съответния процес, може да се установи, доколко основателни и тежки са били обвиненията. При това има една особеност: този, който е предизвикал разследването, остава анонимен на първо време, за да се преодолее страхът от възможни репресии от страна на по-високостоящите. До открит процес се стига тогава, когато първоначалните подозрения се потвърдят. В такъв случай разследването се поема от външна експертна комисия. До такъв открыт процес обаче досега на се е стигало в Макс-Делбрюк Центрум. Гантен обяснява: „Това не означава, че в предварителните разследвания не са възниквали критични моменти. Но във всички случаи се удаваше те да бъдат изгладени.“ Веднъж до два пъти годишно се налага омбудсманите да се намесват в Центрума, с неговите около 300 учени. Все пак, Гантен прави положителна констатация: „Атмосферата в Макс-Делбрюк Центрум видимо се е подобрila.“ Много от това, което по-рано се е прикривало, сега става публично достояние. „По такъв начин ние не можем напълно да изключим измамите. Но все пак това е една възможност да се проверяват възникналите подозрения.“

Бившият участник в разследването на DFG – Улф Роланд Рап не е доволстворен от това решение. Самоконтролът не е достатъчен, твърди той. Лабораториите би трябвало редовно да бъдат посещавани от комисии, които професионално се занимават с разкриването на научни измами. С такива искания обаче, Рап си навлече гнева на своите колеги. Дори отношенията на професора с DFG силно охладняха. Въпреки това, след придобития горчив опит с мафиотските структури при случая Херман, Рап остава твърдо на своято мнение: „Учените трябва да бъдат контролирани.“

## **ДОРИ ГЕНИЯТ НА 20-ТО СТОЛЕТИЕ Е ПРИКРИВАЛ РЕЗУЛТАТИ**

Алберт Айнщайн (1879-1955) провеждал в Берлин експерименти върху магнетизма на желязото, заедно със своя холандски колега Вандер Йоханес

де Хаас. Според тогавашните изчисления, за жиромагнитното съотношение трябвало да се получи елегантната стойност 1. В резултат на две серии измервания, изследователите получили две стойности – 1.45 и 1.02. Те обаче публикували само втората стойност, която им изглеждала по-правдоподобна. По-късно се оказалось, че истинското жиромагнитно съотношение е 2 а не 1. Запитан за тази сериозна експериментална неточност, Хаас признал за премълчания втори експериментален резултат. Този феномен е познат и до днес в литературата като ефект на Айнщайн-де Хаас.

### **КРАДЛИВ ДИРЕКТОР**

Петер Зеебург, директор на Института Макс Планк за медицински изследвания в Хайделберг, признал през 1999 г., че е откраднал генно-технически материал от една лаборатория на Калифорнийския университет в Сан Франциско. В предишен период, той бил работил в лабораторията и затова познавал всички системи за сигурност. С помощта на откраднатите гени, Зеебург разработил за фирмата Gennentech хормон на растежа. В своята статия, описваща откритието и публикувана по-късно в Nature той твърдял, че сам е произвел гения материал.

### **МАГЬОСНИКЪТ НА МОЛЕКУЛИТЕ**

През 1994 г. Гуидо Цадел станал прочут за една нощ. Химикът от Бон, за когото днес никой вече не си спомня, твърдял, че с помощта на магнитно поле е в състояние да променя посоката на въртене на молекулните вериги. По такъв начин биха могли да се предотвратят някои катастрофални ефекти, каквито са например контергановите малформации: лекарственият препарат талидомид, в своя дясноВъртящ вариант е средство за сън, докато в ляво-въртящата си модификация, която също се съдържала в контергановите таблетки, предизвиква ембрионални малформации. По-късно се установило обаче, че експериментът с магнитната промяна на посоката на въртене можел да протече успешно единствено в присъствието на самия Цадел.

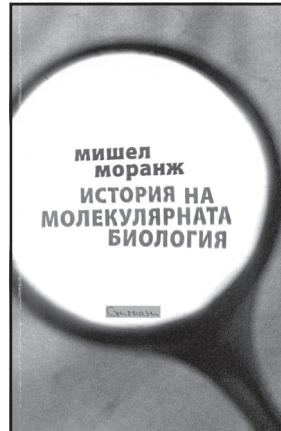
**Andreas Wawrzinek, „Bild der Wissenschaft“, 3/2003,**  
**Превод: С. Рашев**

# ФИЗИКАТА И ФИЗИЦИТЕ В „ИСТОРИЯ НА МОЛЕКУЛЯРНАТА БИОЛОГИЯ“

„История на молекуларната биология“, Мишел Моранж, Изд-во „Стигмати“, 2005; превод от френски на Петя Христова. (*Michel Morange, Histoire de la biologie moleculaire, Ed. "La Decouverte", 1994*)

Обикновено, втренчени в тясната си специалност, рядко се заглеждаме в общата панорама на развитие на „нашата“ наука, историята и най-често я познаваме от тривиални нейни представления или несвързани фрагменти. За „съседни“ области или други научни дисциплини научаваме от епизодични разговори или случайни попадения, които – в зависимост от случаите – пропускаме покрай ушите си или се стараем по-бързо да ги забравим... Помня как преди няколко десетилетия, когато избухна „молекуларната мода“, нейните успехи не можеха да бъдат отминавани – спомните си зашеметаващото откриване на „двойната спирала“! Ние (физиците) на гребена на вълната, закърмени в духа на „непрестанния възход“, усещахме, че „те дишат във врата ни“ – там нещата тръгват с бързи крачки напред и нагоре. Наистина, почти нямаше откритие при тях без участието (най-често – водещо!) на физици. Но да им се чудиш на акъла: да зарежат такава необикновена и увличаща област – квантова физика ли ще бъде или обща теория на относителността, при това учили или специализирали кой при Бор в Копенхаген, кой при Зомерфелд в Мюнхен... Наистина, някои от „изменниците“ бяха вече отличени с Нобелови награди в областта на „физиологията и медицината“. И въпреки, че виждахме как прожекторите на общественото внимание се отместват от нас, утешавахме се, че все пак успехите в биологията се дължат на нас – физиците... [1]

Действително, въпреки че днес научната общественост споделя мнение-то на американската историчка на науките Л. Е. Кей: „...жизнените процеси [...] ще бъдат изучавани все повече чрез прилагане на подходи, произтичащи от физичните науки. Подобна тенденция променя природата на биологично-то познание и организирането на научното изследване“, има и достатъчно на брой и не по-малко именити историци на биологията, които оспорват ролята на физиката и физиците в развитието на тази област на науката. Според Артър Корнбърг, например, „физиците, които се пренасочват към биологията, внасят в новата изследователска област много от стратегията на физи-



ката, но твърде малко от нейната тактика; в известен смисъл те променят формата на изследванията, без да изменят същността им“. А Алек Прошянц даже оспорва ролята на Шрьодингер: „той с нищо не е подпомогнал подема на молекулярната биология – тя е съществувала и преди „Какво е живот?“. Интересът към тази книга може единствено да се отнесе към „аналогиите“, които са предложени в нея“ [2]. Нека засега се утешим с по-малко задължаващото мнение на автора на разглежданата „История ...“, поне че „....молекулярната биология по дух е приемник на физиката на тридесетте и четиридесетте години, както и сестра на информатиката...“

Но целта на тези бележки съвсем не е да взема отношение към този проблем, въпреки, че на младини и аз бях привърженик на пристрастната гледна точка: „накъде без нас?“ И все пак, дявол да го вземе, – накъде без хромотография и електрофореза, без ултрацентрофуги и електронни микроскопи, без изотопи и белязани молекули, без масова или ултравиолетова спектроскопия?... Може ли някой да разкаже за молекулярната биология, без да се опре на идеите на Бор или Шрьодингер. Да не говорим за Макс Делбрюк, един от стожерите на молекулярната биология, или за Франсис Крик и Морис Уилкинс – също физици, без да спомене и за други набъркали се в тази област физици като Паскуал Джордан, Лео Сцилард, Джордж Гамов или Леон Брийолен, но мълкни сърце... Но ако някой започне да оспорва значимостта на учени като Л. Полинг, Дж. Ледербърг, А. Хърши, С. Лурия, С. Очоа, М. Кронбърг, Ф. Жакоб, Ж. Моно, А. Лвоф, С. Коен, Р. Леви-Монталчини, Дж. Балтимор, Х. Темин... (списъкът е дълъг и не можем споменем даже всички нобелови лауреати) – нека това лежи на неговата съвест... Но, въсъщност, никой от тях не е молекулярен микробиолог: физици, химици, биолози, медици и др. – творчески личности създават тази нова област на науката и се превръщат в светилата в нея. Когато говорим за създателите на този нов клон на науката, нека веднага отбележим една съществена и характерна особеност на създаването и развитието на молекулярната биология и подобието и с тези процеси във физиката: миграцията на западноевропейски учени в средата на 30-те години, подгонени от настъпването на нациските режими в Европа към „девствените“ научните и университетски центрове в САЩ и Англия.

Изразът „молекулярна биология“ се появява през 30-те години на минаващия век, за да обобщи приложението на физичните и химични методи за изучаване на сложните макромолекули в микроорганизмите. „Изследванията се оказват дълги, трудни и пътят от бактерията до слона – истинска гордота. Мракът е толкова пълен, а познанията на молекулно ниво на живите организми – толкова слаби, че всяка малка част от тази картина, внезапно озарена от слабия лъч на познанието, се приема като нещо много важно, като основен елемент в разкриването на цялостната картина“, пояснява Моранж. И все пак „Липсата на отговори обаче не попречва на учените да вървят напред. Научноизследователските направления продължават разви-

*тието си, някои отмират, а други напредват. Някой въпроси остават без отговор. Изоставени са цели изследователски области. Нерешените проблеми, необяснените явления са оставени на мира в умовете на учените, очаквайки да бъдат включени в бъдещ модел. Научното изследване напредва в условията на пълна анархия, подобно на макрофаг или фагоцитоза: разлиствайки израстъците си, когато е възможно, или търсейки друг път, когато срещне препятствие. Въпреки този хаотичен ход, научното познание, подобно на фагоцитозната клетка, винаги в крайна сметка напредва.*“ Така със своите епохални открития, „молекуляризирайки“ биологията и създавайки новата парадигма в тази област на науката тя дава мощн тласък за изучаване на живата материя и изиграва основна роля при изграждане на новия мироглед за живота въобще. Създавайки големи илюзии тя преминава в руслото на нормално развитие и само след няколко десетилетия, в резултат на „масовизацията и догматизацията“ (на нейните методи и подходи), довели до не по-малки разочарования, молекулярната биология се разтворя в множеството нови клонове на съвременната биология. Не се сбъдват и очакванията на М. Делбрюк и Н. Бор за разкриване на нови физични принципи. И книгата завършва с послеслов (към изданието от 2003 г.; впрочем, книгата е вече преведена на шест езика) озаглавен: „Реквием за молекулярната биология“, чийто заключителен параграф обявява: „*крайят на една „бел епок“!*“ [3].

И както при всяка крачка на научното познание, въпросите, които тя поставя, се оказват повече от тези, на които дава отговор. Къде е преходът между мъртвата материя и живия организъм? Как е възможно, тръгвайки от една единствена клетка, да се образуват на двеста клетъчни вида, които съставляват даден висш организъм (като човека, например). Каква е логиката на живата материя въобще? ... Наистина, живите организми представляват юархия от структури и функции, и сложните процеси, протичащи при тях, могат да се обяснат на молекулно ниво, но явленията на живата природа едва ли може да се сведат само до свойствата и действията на няколко макромолекули. Така стигаме до въпроси от по-висок ранг от областта на епистемологията като проблема за (нестостоятелността) на „бруталния“ редукционизъм. Въпреки многоизначността при интерпретацията понятието редукционизъм, биологията не само не може да се сведе до редукция между отделни нейни области, но ясно се проявява допълнителността между различните подходи в нея (биохимия, клетъчна, молекулярна). И за разлика от физиците – загубената илюзия за изграждане на „Велика Обединяваща Теория“ на живата материя ...

Тази История е впечатляваща илюстрация на това как се развива научното познание, как се заражда и утвърждава нов клон в нея. Проследявайки историята на молекулярната биология просветеният читател още веднъж ще се убеди, че историята на науката (на отделна нейна област или клон) не е проста линейна хронология на събития, последователност на открития или неизбежна историческа наложителност. В процеса на развитие на науката

ясно се проявява наслагването на различни ритми и темпове на историческо развитие на науката въобще, както и в различните плоскости (разрези) на отбелните научни области в частност. Тя не е резултат и на „научни стратегии“, изготвяна от чиновнички от административни институции. Ролята на независимия учен, авторитетната личност, неговото влияние върху управляващи политически кръгове и научните институции, поемането на отговорност за реорганизации и реформи, изграждането на дисциплинарни стратегии, изграждане на нови научни мрежи и прегупривания на лаборатории, разкриване на нови тематики, налагаща сериозна преквалификация. И разбира се, създаването на творческа атмосфера, условия за плодотворна екипна лабораторна изследователска дейност, без неизбежната научна конкуренция и драматичните ситуации, въодушевление и лични трагедии ...

Освен това, историята на молекулярната биология независимо от основополагащите ѝ приноси в разбирането на „майсторенето“ на еволюцията, в развитието на механизмите и ритмите на нейната еволюция е и ярък пример на значимостта на чисто фундаменталното познание за развитието на приложните изследвания, на взаимозависимостта между тях. Например „генното инженерство“ – съвокупност от технически средства, които позволяват гените да бъдат манипулирани, т.е. да се изолират, да се характеризират, да се инфильтрират, да се пренасят от един организъм в друг. Но веднага след установяването на тези възможности – в началото на 70-те години благодарение на пионерските работи на Пол Бърг, Д.Джексън и Р.Саймънс, още през есента на 1973 г. в *Science* се появява писмото на Максин Синджър и Дитер Сол, в което те предупреждават за възможните опасни последствия от генни манипулации *in vitro*. Скоро спорът между специалисти се превръща в обществен проблем. Свиканата конференция през февруари 1975 г. в Асиломар (Калифорния) решава че изследванията могат да продължат, но под строг контрол от физични и биологични мерки против рискове [4]. И изследванията в тази насока продължават с непрестанен успех – от първата Нобелова награда, присъдена още през 1978 г. на Вернер Арбър, Хамилтън Смит и Даниел Нейтънс за „откриване на ретрансляцията на ензими“, до откриването и изследването на онкогините и всички виртуозни изпълнения на „висшия пилотаж“ на генното инженерство до днес и за напред...

Не мога да се въздържа – сега ми е паднало, да не изкажа и своето възхищение от майсторството – научно и педагогическо на поднасянето на Историята на този съвременен клон на науката. Мишел Моранж, доктор по естествена история и философия, професор по биохимия в престижните *Ecole normale supérieure* и университета *Paris-VI*, преподава история на науката в университета *Paris-VII* и ръководи Центъра по история на философия на науката *Cavailles*. Ето как стоят нещата в страните, към които сме се запътили. Само платонични ли ще останат нашите намерения?

Много често си отбелязвах, че заслужава да препечатаме в „Светът на

физиката“ една или друга глава от книгата: отначало си мислих за „Ролята на физиците“, след това „Политиката на Рокфелеровата фондация“, а и „Молекулярна биология и информатика: поява на ново виждане на света“ не е за изпускане...

А бе, я вземете да я прочетете цялата! – хич няма да съжалявате...

Въпреки, че както авторът твърди: „...всеки, който иска да разбере какво е молекулярна биология би било по-добре да посети лаборатории им, отколкото да чете научно популярни книги...“, още по-малко – отзиви като този...

## **Бележки**

[1] Оказва се, че тази миграция продължава и през втората половина на ХХ век. Донълд Глейзър, конструирал „мехурчестата камера“ на 25 годишна възраст и отнесъл Нобеловата награда за 1960 г., изоставя елементарните частици, следва биология и изследва клетъчните процеси за регулиране, ставайки професор по биология в Калифорнийския университет в Беркли. Единият от поделилите Нобеловата награда по физика за 1973 г. Ивар Гявер (за „откриване на тунелния ефект в свръхпроводниците“) също изучава биология, но в Кембридж, където сега е професор и изследва процесите в клетъчните мембрани, а неговия „сълауреат“ Брайън Джозефсън (на когото е кръстен едноименния ефект в свръхпроводниците), също се насочва към медицината...

[2] За Шрьодингер и неговата книга „Разум и материя“ – вж. *Светът на физиката*: Четиво с продължение: т.XXVII, кн. 1-4, 2004; Е.Шрьодингер – Епилог: Детерминизъм и свободна воля, т. XXVII, кн.1,2004; Н.Ахабабян – Ервин Шрьодингер: един консерватор сред революционерите, тXXVII, кн.1, 2004.

[3] Аналогията с обявяването „края на физиката“ в края на XIX век (Дж. Дж. Томсън), с „погребението“ на молекулярната биология вскоя на ХХ е голяма... и все преждевременна...

[4] И въпреки че изследванията в тази насока продължават с нарастващи темпове без да има и до днес отбелязана „злополука“, дължаща се на генното инженерство, вече един път провъзгласена такава опасност, подета от медиите и различни „неправителствени организации“ от други течения (и с други мотивации) тези „опасения“ се използват за обвинения за връзка на научните изследвания с делови и/или военно-промишлени комплекси. Без да се отричат нито съществуващите такива зависимости и без да се пренебрегва заплахата от отнемане (или ограничаване) на свобода на творчество на учените, преувеличаването или раздухването на такива настроения нанасят повече вреда, отколкото полза. Аналогията с приложенията на ядрените изследвания – „ядреното енергетика“ са очевадни, а последствията – *deja vu...* Има и конкретни примери на родна почва: протестите на жители от Калифорния против построяването на нови модерни лаборатории за молекулярни изследвания в техните райони ... и „вълненията“ на жителите от квартал Младост (преди две десетилетия) против работата на научно-експерименталния реактор на ИЯИЕ; или съвсем неотдавнашните подклаждани протести на шопи от Нови хан против хранилището за радиоактивни отпадъци...

**Н. Ахабабян**

## **ФИЗИКАТА В БИОЛОГИЯТА И МЕДИЦИНАТА**

Това бе темата на ежегодната конференция по въпроси на обучението по физика, която се състоя от 6 до 9.04.2006 г. в гр. Ямбол. Интердисциплинарната тематика на конференцията не случайно съвпада с новата инициатива на Европейската физична общност, наречена „Наука на сцената“, която е естествено продължение на „Физика на сцената“, приключила успешно през 2005 г. с активно българско участие.

На конференцията бяха представени повече от 100 доклада, разпределени на групи – пленарни, с устно и постерно представяне, като последните два вида бяха разделени по тематика, свързана със средното или с висшето образование. Техни автори бяха преподаватели и учени от висшите и средните училища и от физическите институти на БАН. На отделна – младежка сесия бяха представени доклади и компютърни презентации на ученици от цялата страна.

Отличната организация на конференцията, която бе извършена от домакините от местния организационен комитет в гр. Ямбол осигури за участниците спокойна и делова атмосфера за изнасяне на докладите. Мултимедийното представяне на тяхното съдържание вече стана традиция за конференциите на физиците и на 34-та конференция то бе подсигурено с необходимата компютърна и оптична техника, екрани и микрофони, така че информацията в докладите достигаше безпрепятствено и ефективно до слушателите в залата. От своя страна интердисциплинарната тематика даваше възможност да бъде задоволен по най-добрая начин интересът към различните приложения на физиката в биологичните и медицински изследвания, а предварителното групиране на докладите по теми, направено от организационния комитет в София с председател доц. д-р В. Тодоров, даде възможност на интересуващите се да получат относително оформена представа за изследванията и постиженията в конкретните области.

Докладите на конференцията обхващаха широк кръг от проблеми: от историята на медицинската физика в България до съвременното ѝ състояние, включващо например физиката в образната диагностика, мястото на свърхпроводниците в медицината, ултразвукови изследвания, използване на йонизиращи лъчения, електродиагностични методи, лъчетерапия и т.п. С голем интерес бяха посрещани и докладите, показващи връзката между физиката и биологията при използването на кохерентни оптични методи, фотосинтеза, холографскоинтерференчни методи в биомеханиката, микроскопски методи при изследване на биоматериали и др. Наред с чисто научната

тематика на докладите интерес предизвикаха и темите, които показват как знания и примери от биологията и медицината могат да се свържат ефективно със съдържанието на уроците по физика в средното училище.

На конференцията беше показана и серия от демонстрационни физични експерименти, изгответи и демонстрирани от проф. Др. Иванов от Пловдивския университет, а два доклада – за Нобеловата награда по физика за 2005 г. и за 110-годишнината от рождението на акад. Г. Наджаков – един от доайените на българската физика – бяха публично-популярните лекции за физики и граждани.

Три чудесни вечери – с театрална постановка в местния театър, с коктейл и за неформална среща на участниците в конференцията показваха не-подправеното желание на всички участници да се забавляват и танцуват.

Конференцията бе осъществена в рамките на българското участие в европейския проект „Наука на сцената“, включен в 6-та рамкова програма на Европейския съюз. Освен посочените организационни комитети на СФБ от София и Ямбол, в организацията й взеха участие Министерството на образованието и науката, Община Ямбол, Агенцията по ядрено регулиране, АЕЦ „Козлодуй“, Български атомен форум, РИ по образоването в Ямбол, Физическият факултет на СУ, „Тита консулт ООД“ и фондация „Еврика“.

При закриването на конференцията бяха взети и решения, може би най-важното от които е УС на СФБ да започне активна работа по съдържанието и мястото на физиката като учебен предмет в новата разисквана програма в средното училище.

**Проф. дрн Л. Вацкевич**

**Посетете българската web-страница за  
Световната година на физиката – 2005  
на адрес:  
<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>**

# КАЖИ МИ КОГО ОБИЧАШ (и аз ще ти кажа кого мразиш)

## Част II

Марго Брюйер

### Глава 5

, „Колкото повече опознавам хората,  
толкова повече обиквам кучето си.“

Алфонс Але

**Неделя, 4 юни 1989**

Мари Грюзен отвори вратата и в лицето на Борис Греков лъхна позната миризма – топла и влажна – на добре поддържан и малко проветряван апартамент, който му напомняше жилищата в родната му Русия.

Беше станало традиция всяка неделя Борис да идва и да играе на шах с Президента Грюзен. Последният очакваше посещението му с нетърпение и Борис – дори да беше претоварен с работа, какъвто беше случаят в този неделен ден, – не искаше да разочарова стария господин и да отложи ежеседмичната им среща.

Борис Греков беше смятан за един от най-добрите, ако ли не и най-добрият геометър на планетата, но това не го вълнуваше. Единственото нещо, което действително го интересуваше, беше да се издига все по-високо в математическото познание, без дори да осъзнава, че пренебрегва онези, които не могат да го следват. Сивите му очи под гъстите вежди гледаха на света едновременно невинно и проницателно. Имаше грациозната фигура на малко момче и невероятна интелектуална жизненост. Той схващаше всичко и при това на момента. Мисълта му беше така бърза, че думите невинаги успяваха да я следват. Поради това изразите му бяха накъсани и трудни за разбиране. Можеше да преминава от една тема на друга с бързината и с увереността на акробат (впрочем в младежките си години той беше замислял да създаде своя циркова школа, но фрактура на рамото беше поставила край на тази мечта). Има ли значение това – той ще стане математик! При все това още дълго време беше продължил да тренира в гимнастичния салон, така че все още можеше да ходи по въже, опънато между две дървета – както неотдавна беше демонстрирал, за да направи удоволствие на жадните за сензации журналисти, както и да ходи на ръце. По време на един твърде официален обяд на Научния комитет Борис беше направил стойка на ръце върху седалката на един стол. Беше останал така за повече от минута – за всеобщо удоволствие на сътрапезниците. И за объркване на сервитьорката, на която беше обяснено, че става дума за важен обяд, на който присъстват важни личности. Как

тогава една важна личност би могла да прави такива клоунади – това трудно можеше да се побере в нейното въображение!

Борис оставил палтото си върху пейката и влезе в гостната. Това беше приятно и просторно помещение, мебелирано в твърде класически стил. Подобно на почти всички жени от добрата френска буржоазия Мари Грюзен гледаше на своята гостна стая като на социален етикет. Във Франция (а особено в Париж) съществуват хиляди такива гостни със симетрична и банална мебелировка, на които нищо не липсва освен личен вкус. Онова малко нещо, което ви кара да възклиникнете „колко приятно е тук“, е защото помещението има своя собствена душа и обитателите са вложили в него своя жив личен отпечатък.

Президентът Грюзен, облечен в шотландско домашно сако, очакваше своя гостенин пред масата с цветна дървена мозайка, върху която шахматните фигури вече бяха наредени. След обичайните приветствия Борис седна срещу него и играта започна при пълно мълчание. В миналото Президентът Грюзен беше опасен играч, но от няколко години способността му за концентрация и бързината бяха намалели до степен, че редовно губеше от Греков. Въпреки това изпитваше голямо удоволствие от тези двубои и излизаше от тях възбуден и оживен.

Към 16 часа Мари Грюзен влезе с подноса за чай.

Това беше здрава жена на около петдесет години, която от деликатност мъдро оставяше косите си естествено сиви, така че да не бие на очи голямата възрастова разлика, която я делеше (а може би по-скоро свързваше) с нейния съпруг. До трийсетте си години тя беше тънка като лиана. Един ден, когато беше разлистила пред него фотоалбум, Борис с изненада беше открил фина млада жена в розова роба и с пленителна усмивка. Тогава беше разбрал как Андре Грюзен е бил запленен от толкова младост и радост за живот. Но заседналият живот до един много по-възрастен от нея мъж, грижите около здравето на съпруга ѝ, както и слабостта ѝ към захарните изделия бяха отежнили силуета ѝ и бяха бяха направили двойна хубавата ѝ волева брадичка. Точно обратно – Андре Грюзен отслабваше с годините, прегърбвайки се и изсъхвайки като старо дърво.

Мари Грюзен живееше само за своя съпруг. Тази блестяща жена беше се отказала от цялата си професионална амбиция, за да се посвети на един застаряваш, но с обаятелна личност мъж. В своята младост тя беше учила в Сорбоната заедно с един от синовете на Андре Грюзен. Оставайки вдовица твърде млада, тя беше възстановила контактите си със старите университетски приятели и когато един ден отива да види сина, тя среща бащата. Веднага – и както повечето жени – тя остава запленена от неговото очарование и култура. Когато той ѝ предлага да му стане помощница в големия му проект – създаването на изследователски институт, тя приема с възторг. Работи с

него, за него, както само една обичаща жена може да работи – с плам и страст. Тя беше споделяла – и продължаваше да споделя – неговите грижи и надежди. Беше интелигентна и организирана. Те двамата се бяха заели с нещо, в което никой не искаше да повярва – без Мари вероятно Андре Грюзен не би осъществил своята мечта. Той добре знаеше това. Макар че старият деспот беше така тираничен и надменен спрямо жена си, както и спрямо всички други хора от своето обкръжение, той изпитваше към нея безкрайна нежност, примесена с възхищение, което понякога проличаваше по гласа му, с който той я наричаше „Мариншка“. В тези три срички имаше такава нежна музикалност, че беше невъзможно да се заблудиш – това беше песента на неговата душа. Мари знаеше това и тъкмо заради тази любов, толкова дискретна и дълбока, тя беше се отказала от своята кариера, след като Президентът – основател беше се оттеглил в пенсия. Тя беше третата му съпруга. На младини той беше сключил първия си брак по разум, на зряла възраст се беше оженил втори път „ако човек си купува нов чифт обувки“ и накрая беше намерил любовта на възраст, когато другите се отричат от нея! От този момент нататък тя му беше посветила цялото си време и не съжали нито за миг. Обичаше го.

Мари постави чаения поднос върху масата, взе тумбестия сребърен чайник и наля светъл китайски чай в красива порцеланова чаша, която подаде на Борис. Подаде му захарницата със сребърните щипки и чинийка със сладкиши.

Всичко беше съвършено, прекалено съвършено за вкуса на Борис, който повече харесваше простотата. Мари вежливо го запита какво ново при жена му и при неговото куче. Това беше един твърде стар шпаньол, който той беше успял да изведе от Русия преди пет години и който беше важен член на семейството.

– На вид тя е мила и кротка, но в действителност не е такава, мислеше си Борис, докато я наблюдаваше в ролята ѝ на домакиня. Нещо неопределимо в нея го смущаваше. Дали това не беше твърдостта в кафявите очи, която контрастираше с мекотата на чертите на леко напълнялото лице? Дали не беше нейният глас – топъл и при все това металически? Той не знаеше какво да каже.

Мари Грюзен поднесе чаша чай на съпруга си и отвори една великолепна кутия с орнмент от седеф, от която извади някакво хапче. Президентът Грюзен направи нетърпелив жест, но после се примири и глътна лекарството. Сърцето, диабета, кръвното налягане, артрита, простатата … това повече не се издръжа!

Андре Грюзен поднови разговора. Политиката на Горбачов позволяваше на многобройни източноевропейски учени да отиват в Западна Европа; Президентът и съпругата му искаха да се осведомят за съветските гостуващи учени.

Семейство Грюзен беше запазило многобройни връзки с Института и имаше много приятели както между учените, така и сред обслужващия персонал. По времето, когато Мари беше главен секретар, всички много я обичаха – тя беше установила отношения на грижовност и уважение към личността и достойността на всеки от хората. Често ѝ се обаждаха от Института и от резиденцията в Пампрю и тя беше в течение на всички новини, свързани с персонала.

Когато жена му излезе, Президентът се обърна на руски към своя гост. Говореше много чист руски, малко поостарял, но много приятен за слушане. През целия си живот той беше живял за бъдещето. Но сега, оstarявайки, обичаше да разговаря с Борис за Русия и особено за Петербург (никога не казваше „Санкт Петербург“ като чужденците и пренебрегваще „Ленинград“). Говореше с удоволствие за младостта си, за това как през зимата шейните можеха все още да се пързаят по улиците. И обичаше да си спомня как пролетно време носените от Нева ледени отломъци се трошаха и шумът от това трошене изпъльваше града. Това беше зрелище, което петербургчани никога не пропускаха, струпани върху големите мостове над реката. Борис кратко го слушаше, кимаше, също си спомняше, но не изпитваше носталгия. Неговите корени не бяха от Балтика – той нямаше никакви корени – това беше едно въздушно същество и негова родина беше науката.

На вратата се позвъня. Шофьорът беше дошъл, за да узнае наредданията на Президента за следващата седмица. Борис се възползва от това, за да изчезне.

Когато Борис се върна в къщи, старият шпаньол направи опит да се вдигне, но падна без сили върху килимчето си, вдигайки към него умолителен поглед на болка и любов. Борис прилекна над него и нежно го погали по главата. Животното помръдна слабо опашката си и уморено положи мущуна върху крака на господаря си.

Елена Грекова се приближи с наслъзени очи – те нямаха деца и кучето заемаше много важно място в техния живот.

### ***Понеделник, 5 юни 1989***

Пристигайки в Института, Борис Греков срещна градинаря, който плевеше лехите. Това беше широкоплещест мъж с къси крака, а веселото му лице изльчваше доброта. Никой никога не беше го чувал да каже лоша дума за някого или за нещо.

– Как е кучето Ви, г-н Греков? – попита градинарят.

Преди няколко седмици Борис и жена му бяха дошли да се разходят в парка и кучето им вече беше доста отслабнало.

– Никак не е добре, отговори Борис на грапавия си френски, а устните му бяха обтегнати в изкривена усмивка. И добави с извинителен тон:

– Вероятно е глупаво толкова много да се обича едно животно.

– Никога не е глупаво да обичаш, отвърна градинарят с лъчезарната си усмивка. – И понякога едно куче заслужава това повече от човек.

За миг настъпи мълчание.

– Когато кучето ви умре, г-н Греков, вероятно ще бъде добре да го заровите тук в гората. Фьодор, шофьорът, погреба своето на хълма и казва, че това го утешава.

– О, благодаря! – възклика Борис и гласът му се прекъсна от вълнение. Би било ужасно да знаеш, че е било захвърлено заедно с отпадъците на Париж.

Когато той се върна в апартамента, кучето беше умряло.

### ***Вторник, 6 юни 1989***

През този ден Борис се върна в Института късно след обяд; съпровождаше го жена му и на рамо той носеше голям чувал от син найлон. Градинарят му даде един бел – Борис държеше сам да изкопае гроба – и го посъветва да погребе кучето в подножието на кулата, където пръстта е мека и той ще може да изкопае достатъчно дълбока дупка, за да се избегнат лешоядите.

Тази кула беше изградена в началото на столетието от предишния собственик, който беше се поддал на средновековната мода на своето време. Това беше кръгла постройка от грубо издялан камък – една истинска кула на замък-крепост с назъбен връх, разположена на върха на хълма. До нея се стигаше по пътека, която бързо преминаваше в тясна и стръмна пътечка.

Борис се качваше с усилие; чувалът болезнено притискаше гърба му и той на всяка стъпка трябваше да се опира на лопатата. Жена му го следваше, мълчалива и потисната. Облян в пот, Борис спря на няколко крачки от кулата. Забеляза, че на мястото между две кестенови дървета почвата е особено ронлива. Внимателно постави товара си на земята, свали пуловера си и се залови за работа.

Не беше направил и три копки, когато усети, че под бела му има някакъв мек предмет; беше голям плик от кафява хартия с печата на Института, загърнат в прозрачна пластмасова торба. Не искаше да беспокои Елена с това откритие; набързо покри плика с пръст и листа, премести се надясно и изкопа дълбока дупка, където под закрилата на големите дървета завинаги да почива старият приятел, когото те толкова много обичаха.

### **Глава 6**

#### ***Сряда, 7 юни 1989***

Жак Шевалие се събуди в колибата пред градинката в съседство с неговата къща в резиденцията на Пампрю. Беше възстановил колибата, за да си играят децата в нея, но в хубаво време понякога спеше там. Той излезе, раз-

търка очи и се спря да почисти полепналите по косата и брадата си сламки. Берт Лоте, която в този момент минаваше по алеята с домакински продукти, спря за миг и го изгледа втрещено:

– Боже мой, помисли си тя, той е спал в колибата! Един Господ знае какво още има в главата си!

В главата на **Жак Шевалие** беше доказателството на едно предположение, формулирано преди трийсет години и останало без доказателство до този момент. Предната вечер той го беше обмислял много задълбочено и реши, че най-добрият начин да намери решението е просто да седне в градината, да съзерцава осенято със звезди небе, да вдъхва уханията на прясно косената трева, да се потопи в блаженството на ранното лято и да остави ума си да работи.

Минавайки по централната алея, той видя количката на градинаря. Не харесваше много този човек, който още в единайсет часа сутринта лъхаше на червено вино, но трябаше да си признае, че никога резиденцията в Пампрю не е била така добре поддържана. Човекът си знаеше работата. Все пак начинът му на живот като че ли превишаваше възможностите му, защото прите-живаше луксозна кола и превъзходен велосипед. Не му завиждаше за колата, защото мразеше да се чувства затворен в такава кутия, но се възхищаваше на велосипеда, който струваше едно малко състояние.

**Жак** обичаше да ходи сутрин на пазар, да вдъхва мириса на подправките, да се наслаждава на разнообразните цветовете на плодовете и зеленчуците, да слуша как продавачите възхваляват стоката си. Всеки път се учудваше как могат с толкова много думи да казват толкова малко неща! Това е изкуство, в което те съперничат на политиците, мислеше си той.

**Жак** не пиеше алкохол, не пушеше, обичаше хляба и плодовете. Беше скромен както в говоренето, така и в житейските си навици. По време на заседанията на Научния съвет, когато се решаваше кои да бъдат поканени, той – за разлика от някои свои колеги – не говореше многословно срещу някоя неподходяща кандидатура, а само повдигаше вежди. Веднъж една журналистка искаше да напише статия за него и му даде за мнение подгответния текст. **Жак** внимателно прочете написаното и помоли да бъдат изхвърлени всички ласкателни квалификации по негов адрес.

– Но нали е вярно, беше казала журналистката, че Вие сте отличен математик и че Вашите работи са от голямо значение!

**Жак** я беше изгледал с извинителен вид и беше казал с кроткия си глас:

– Не обичам прилагателните.

Младата жена беше останала замислена, след което изхвърли от текста всички суперлативи.

**Жак** носеше един тъмен велурен панталон през зимата и един къс през лятото. През един много горещ ден той беше дошъл да обядва в кафенето гол до кръста, облечен в нещо като комбинезон на черни и бели карета. Тъй

като за десерт имаше череши, той напълно естествено беше окачил по двойка череши на всяко от ушите си и твърде сериозно разговаряше със съседите си, като от време на време на къс хартия изписваше някоя формула, за да обясни мисълта си по-добре.

Секретарките, които обядваха на съседната маса, прихнаха да се смеят при вида на облеклото му. Неговите колеги обаче не изглеждаха ни най-малко учудени: те бяха там, за да правят математика, а не конкурс за елегантно облекло!

Жак влезе в дома си, изпи чашка цикория с мляко, взе си душ, нарами старата кожена чанта, която носеше още от годините в колежа, яхна велосипеда си и се понесе към Института.

На другия ден трябваше да изнесе доклад на конференция в Париж и той смяташе да говори за току що получените резултати; трябваше да подреди мислите си и да ги изложи на хартия – с дребния си почерк, малък като лапичките на мухица, – който секретарките понякога с труд разчитаха. За щастие той винаги беше готов да даде нужните пояснения. Беше тих и кротък човек с малко дистанцирана учтивост, която можеше да се сметне и за снизходжение. Повечето учени, които се готвят да докладват, са напрегнати като расови коне пред надбягвания за голямата награда. Жак обаче запазваше спокойствие: той знаеше стойността си и пренебрегваше страха; зелените му очи никога не изразяваха и най-малката нервност; но в моменти на голямо напрежение те ставаха студени като две парчета лед.

Всички го смятаха за изключителен, а един ден, когато Мариан негодуваше пред абсурдностите на живота, предишният директор беше резюмировал това мнение в кратка формулировка:

– Питам се наистина каква такава е божията промисъл, че всичко става напук на здравия смисъл, беше възкликала тя.

А Хенрик Декер беше отговорил спокойно:

– Не съм съгласен с Вас. Господ е създал Жак Шевалие и това не е никак малко.

Мариан нищо не отговори, но вътрешно се съгласи, че това е точно така.

До обяд Жак „редактираше“ своята „статия“. После слезе в салона, за да дочека времето за обяд и да послуша *Фигаро*. Имаше навика да се прикрива зад разгърнат вестник. Когато някой го заговаряше, той леко навеждаше големите листове, отговаряше любезно с няколко думи и отново вдигаше вестника, за да покаже, че разговорът е свършил.

Когато пристигна в кафенето, обедът беше възбуден и постоянно избухваша смехове от ъгъла на масата, където няколко души бяха наобиколили Антоан Фльоре и Давид Амир. Антоан разказваше смешни истории, които Давид уточняваше със строгостта на компютър – не защото ги намираше за забавни, той нямаше никакво чувство за хумор, – а защото обичаше да открива неточ-

ности и логически грешки. Беше напразно да му се обяснява, че историите се разказват заради смешната им страна, а не защото са напълно достоверни: Давид все едно щеше да продължава да прави системното си изследване.

Антоан разказваше:

– Действието се развива във Великобритания, в един хотел, където двойка шотландци е дошла на почивка за няколко дни. Всяка сутрин мъжът телефонира на рецепцията и поръчва закуска с две варени яйца. Една сутрин той се събужда и намира до себе си жена си мъртва. Невъзмутимо вдига телефона и казва: „Днес само една закуска с едно варено яйце, ако обичате“.

Давид размишлява няколко мига и казва:

– Как би могъл да е сигурен, че жена му е мъртва? Медик ли е бил? Ако ли не, той е трябвало да получи констатация за смърт, преди да поръчва само една закуска.

Цялата маса се залива в смях, включително и Жак Шевалие. Смехът му е като бисер, смях на дете; заедно с това в погледа му има някаква съзерцателност, каквато е еднакво присъща на моряците и на монасите.

След обяда Жак се върна в кабинета си; внесе няколко дребни подобре-ния в текста на доклада си, подреди грижливо страниците на ръкописа в една картонена папка и тръгна да катери пътеката, водеща към кулата. Времето беше чудесно. Мъхът под кожените му сандали беше мек и еластичен. Жак вдъхваше с наслада ароматния въздух. Той имаше един малък дефект на произношението и затова беше възприел навика да репетира, без никого наоколо, така че добре да произнася всяка дума от доклада си. За тази цел той се изкачваше горе при кулата и като един нов Франсоа Д'Асиз\* на науката провядваше пред синигерите и косовете.

До върха на кулата се стигаше по вътрешна спираловидна стълба и след повдигане на капак от покрива се излизаше на платформа, от която се виждаше цялата долина на изток и огромната държавна гора на запад. Усамотяването му беше великолепно, а изгледът – прекрасен. Жак Шевалие извади от джоба си големия старовременен ключ, с който се отключваше тежката дървена врата; обичаше това място и идваше тук по всяко време. По една специална привилегия той притежаваше свой собствен ключ: беше му го дала Мариан, която подобно на него имаше особена слабост към кулата. Останалите учени трябваше да го вземат на заем от секретарката по настаниването.

Пъргаво изкачи стълбата, отвори капака и, след като затвори зад себе си, седна удобно горе, потапяйки се в слънцето и в тишината. Извади ръкописа и започна прилежно да декламира текста, като понякога бързо надрасква-

\* (Свети) Франсоа Д'Асиз, (1182-1226), роден в Асиз, средна Италия. Основател на монашеския орден на францисканците. – Бел. прев.

ше някои изменения. Нищо не смущаваше спокойствието на този благословен час освен полъхването на вятъра в гората или, когато Жак поспираше, за да обмисли, одобрителната песен на птиците.

Беше напълно щастлив. „Трябва да се работи, забавлявайки се, иначе не си струва“ – беше казал той веднъж. И сега кралски се забавляваше.

Внезапно чу шум на чупещи се съчки и веднага прекъсна упражнението си по дикция. Наведе се над парапета и видя Борис Греков да се качва напряко през сечището. Жак се удиви да го види на това място, защото склонът беше много стръмен. Борис спря и вдигна глава към кулата. Жак бързо се отдръпна назад – никак не му се искаше да го видят и да започне разговор, държеше да запази самотата си. Чу как стъпки се приближават до подножието на кулата и после се спират; последва някакво чегъртане, като че ли някой се опитва да дълбае земята под хумусния слой. Жак хвърли един поглед през един от малките отвори, които служеха за изтичане на дъждовната вода. Видя как Борис се отдалечава със същата пъргавина, залавяйки се за клони и израстъци, за да не се подхлъзне. Всичко беше много странно; Жак се замисли за момент, но после се върна към ръкописа и монолога си; в края на краишата приумиците на Борис не го засягаха.

Когато свърши, внимателно подреди листата и вдигна едно листче, кое то беше на земята. Вдигна го и видя, че то нямаше нищо общо с неговия доклад – беше четиристишие. Много хубаво четиристишие, помисли си той, прочитайки го по-внимателно:

Мечтая си за голямо бяло легло на върха на кулата,  
където да се обичаме без рима и без думи,  
където да можем да изтягаме заедно или поред с наслада,  
младостта си зряла и до нея любовта си млада.

Жак беше влюбен в една млада рускиня, за която се канеше да се ожени към есента. Той изгледа кулата с нови очи и промърмори: „голямо бяло легло на върха на кулата...“ Кой все пак би могъл да е написал такива пламенни стихове? Текстът беше напечатан на пишеща машина. Разтърси глава, за да прогони въпроса. В този момент трябваше изцяло да принадлежи на математическото си откритие и на утрешния си доклад. Наложи си и изцяло пренесе поемата, а и по-лошо – годеницата си, в едно кътче на паметта си, след което се спусна към кабинета си с дългата си танцуваща стъпка.

## **Глава 7**

### **Четвъртък, 15 юни 1989**

Когато Ниеми, финландският математик, беше заявил, че може да докаже прочутото предположение на Диофант – Кантор, над което поколения математици безуспешно се бяха трудили, международната преса му беше по-

ветила няколко статии. Ниеми беше твърде млад и беше оставил успехът да го замае. Беше интервиориран от финландската телевизия и репортажът беше излъчен на другия ден; сега Ниеми пребивава в Бон и в математическия свят повече не се говори за неговото откритие.

Джейкъб Зърам, професор в Харвард, в момента беше в ИЧМ; той беше известен специалист по теория на числата и затова беше силно заинтригуван от твърдението на своя млад колега.

Джейкъб редовно правеше продължителни посещения на Института, в който той преди двадесет и пет години беше един от първите гостуващи учени. Обичаше тази долина, където беше имал най-плодовитите периоди на своя научен живот, и винаги наемаше в Пампрю една и съща къща – най-голямата, макар че имаше само едно дете. Но Джейкъб и жена му обичаха да разполагат с място за работа: той за своите математически занятия, а тя за писането на роман, който беше започнала преди две години, след като беше изоставила кариерата си на биолог, за да се заеме с несигурната, но вълнуваща професия на писател. Въпреки голямата си слава Джейкъб запазваше грижливо вниманието към близките си и окуражаваше жена си в нейното ново поприще.

Наближавайки петдесетте, Джейкъб беше запазил младежкия си силует и буйната си кестенява коса на древен пастир, в която тук-там прозираха сребристи нишки.

– Вие сте все така младолик, какъвто бяхте преди 20 години, беше му казала неотдавна Мари Грюзен, когато един ден беше отишъл да посети Президента.

– Може би, беше отговорил Джейкъб с едва забележима носталгия в кротките си кафяви очи; само че преди 20 години това беше вярно.

И двамата се бяха засмели, но в гласовете им имаше малка пукнатина. Колко далеч беше времето, когато младият Джейкъб и двайсетгодишната му съпруга бяха поканили на вечеря младата Мари Берте, която живееше в съседен апартамент на техния етаж. До деня, в който разбраха, че Основателят никак не одобряваше, когато младата му сътрудница биваше поканена без него. Джейкъб и жена му бяха много изненадани: те не знаеха за тайната връзка между Андре Грюзен и Мари Берте. Край на веселите вечери! Основателят ги притесняваше и вечерите преминаваха твърде формално. За жалост...

Джейкъб беше размишлявал няколко дена върху знаменитото доказателство на предположението на Диофант – Кантор, дадено от Ниеми; нещо го смущаваше, но какво? Трябва да има някаква грешка в разсъжденията, казваше си той, чувствам го.

Размишлява цял ден, продължи да размишлява и през нощта. И после, в една прекрасна утрин, намери грешката. Джейкъб беше изключително добър човек; той веднага съобрази колко наранено ще бъде самолюбието на Ниеми, ако телевизията излъчи един резултат, за който утре целият свят ще

научи, че е грешен. Джейкъб вдигна телефонната слушалка, поколеба се за миг и я постави обратно.

– Не мога да му го съобщя просто така, каза си той, ще бъде твърде силен шок.

Два часа по-късно той взе влака за Бон, говори дълго с Ниеми, покани го на вечеря заедно с други учени, за да разбере по-добре заблудата си и замина за Париж с нощния влак. Ниеми го изпрати до гарата и на перона с тъжна усмивка му благодари за деликатността, с която Джейкъб му беше разкрил грешката. Стискайки му ръка, Джейкъб каза:

– Не забравяйте, че грешките трябва винаги да служат за нещо, иначе няма смисъл.

– Няма да забравя, отговори глухо Ниеми.

На другия ден сутринта Джейкъб поиска да говори с Шарл Було.

– Би било добре, обясни Джейкъб, Институтът да предложи на Ниеми да дойде за няколко седмици; поканата на един толкова престижен математически център ще го успокои след претърпения неуспех.

Джейкъб Зърам беше необикновено ярка звезда на математическия не-босклон; при все това, след годините на работа и открития той отдаваше по-малко значение на онова, което знаеше, в сравнение с необятния океан на онова, което не знаеше. За Института беше чест да бъде посещаван от него и ако Джейкъб помолеше за нещо, никому и през ум не би минало да му откаже; директорът на драго сърце подкрепи неговото предложение.

Когато след разговора Джейкъб излезе на терасата, той видя жена си да слиза по алеята с бързи малки крачки; тя се възстановява след операция и крехкостта ѝ я правеше още по-желана. Тя носеше сини джинси и бяла блузка, върху която танцуваше златистата ѝ коса; Боже колко беше хубава! Той отиде да я посрещне и под горещото слънце я прегърна с нежността на млад влюбен; след това със смущение забеляза, че градинарят полива лехата на няколко крачки от тях и ги гледа разнежено и насмешливо.

Когато жена му си тръгна, Джейкъб влезе в салона да прелисти списанията, докато чака за обяд. Хвърли един поглед към таблото, за да види дали има новопристигнали.

Снимката на директора беше закачена хоризонтално, като да е в лежаща поза.

## **Глава 8**

**Сряда, 21 юни 1989**

Тази вечер в Пампрю се събраха на чеверме.

Всичко започна, откакто Албер Туди с веселия си нрав и със закръглената си фигура беше влязъл в кабинета на Мариан. Извън математиката Туди

имаше две специалности: той беше един истински дядо Коледа и беше идеален организатор на чевермета.

Всяка година по Коледа всички семейства на учените и на обслужващия персонал се събраха в салона. Това беше станало традиция, откакто Сюзан Декер беше организирала за пръв път този интимен и очарователен празник по времето, когато беше съпруга на директора. Под червената медна козирка на камината пламтеше силен огън, децата пееха и танцуваха, дъвчайки сладкиши и мандарини. Гвоздеят на деня беше пристигането на дядо Коледа: той се спускаше бавно от хълма, на гърба му имаше огромен кош, пълен с играчки, с бастун в ръката, под трепкащата светлина на фенерите, разположени на моравата. Трябваше да се видят възхитените лица на малчуганите, притиснатите към стъклата на балконските врати нослете, подобни на захарни бонбончета. Дядо Коледа влизаше, изтръсваше снега от ботушите си, весело поздравяваше всички и величествено се разполагаше върху трона, подгответен специално за него; той иззвикваше всяко едно от децата по име и му даваше подарък. Всички бяха съгласни, че това е истинският дядо Коледа!

Туди беше всеизвестен също така със своите чевермета; най-прочутото от тях беше чевермето, което той организира в Канада. През онази година Международният конгрес на математиците се състоя във Ванкувър; прекрасен шанс за Туди да събере приятели, да купи едно агне и да се разположи на пустинен плаж, открит към океана. И ето че двайсетина учени са силно заети: едни копаят яма в пясъка, а други подкастрят колчета. Когато приготовленията са завършени, те грижливо поставят агнето сукалче над жарта и търпеливо изчакват да се изпече, докато през това време обсъждат последните резултати на конгреса. Смущението идва под формата на плажен пазач; той ги известява, че това е плаж, запазен за нудисти, и че те могат да изберат едно от двете: или да си вървят – те и тяхното агне, – или да пируват в Адамово облекло. Колебанието трае само няколко минути, след което решението е взето: всички се събличат, започвайки от най-младите; срамът, както на всички беше добре известно, е проява само на нашата слабост.

Албер беше влязъл в кабинета на Мариан, пропръбявайки едно приятелско „добър ден“, и без повече формалности беше яхнал един стол.

– Иска ми се да организирам едно чеверме в Пампъро; затова дойдох при Вас да уточним някои подробности.

Мариан предпазливо отвърна, че той би трябвало преди това да поговори с директора.

Тя почука на вратата на директорския кабинет.

– Влез, каза Шарл Було.

Беше седнал на голямата работна маса, с гръб към вратата.

– Албер Туди е в моя кабинет, каза тя, той предлага да организира чеверме.

– Съгласен съм, отговори директорът, без дори да стане, за да поздрави своя колега.

– Винаги ли е така? – изрази учудването си Туди, след като Мариан беше затворила вратата.

Мариан вдигна рамене, без да отговори. От петнайсетина дена Шарл Було се държеше все по-студено, избягвайки всякакви контакти с посетителите и говорейки с Мариан само по служебни въпроси. Мариан усети познатото свиване на гърлото: страхуваше се, това беше някакъв неясен страх, който тя не знаеше как да обясни. Разтърси глава, за да разгони черните мисли; беше щастлива, че покрай чевермето тревогите ѝ ще се поразселят.

Всичко беше обмислено до най-малките подробности: от броя на агнетата до голямата крива игла за зашиване при пълнежа, бъчонките с вино и големите домашно пригответи пити хляб. Туди обичаше да танцува. Беше решил да инсталира музикална уредба под козирката на сградата.

И ето че настъпи вечерта на празненството.

Повече от сто души се тълпяха около големите огньове, където агнешкото бавно се въртеше на шишовете; всеки поднасяше чинията си и се отдалечаваше, облизвайки се и с поглед, забит в крехкото печено. Туди, превърнал се в главен разпределител на порциите, сияеше с истинска раблеанска радост. Беше истинско удоволствие да го гледа човек. Жак Шевалие беше както винаги заобиколен от рояк деца; те му се лепяха като мухи на мед; за него винаги беше по-лесно да общува с децата отколкото с възрастните. Беше му дошла чудесната идея да запали огън встрани и да почне да прави палачинки, като ги обръща с подхвърляне; забавляващо се заедно с малките си приятели, а меките му зелени очи се смееха над кафявата брада.

Яшек Липински се завърна от Полша, където беше прекарал една седмица. Беше красив мъж, едър и атлетичен; въпреки напредналото време носеше слънчеви очила, които обаче не пречеха да се забележат големите тъмни кръгове и синини.

– Боже мой, какво се е случило? – питаха го от всички страни. И Яшек за десети път разказваше за злощастното си приключение.

– Бях във Варшава, излизах от една книжарница, където бях накупил много букинистични книги. Връщах се бавно към колата си с по един голям пакет под всяка мишница, когато бях нападнат от банда нехранимайковци.

– Как така, на сред улицата? Посред бял ден?

– Да. Обсипаха ме с юмручни удари, а аз не можех да се отбранявам, защото и двете ми ръце бяха заети.

– Не пусна ли книгите си на земята? запита Ева Йегер.

Яшек я изгледа, очевидно поразен от такава чудновата идея:

– Да оставя книгите си? Това е немислимо. Такива букинистични книги са ненамирваеми в Западна Европа!

– Добре, добре, каза Ева, но твоето лице също е незаменимо!

Яшек повдигна рамене с примирен вид и продължи:

– Когато най-после ме оставиха на мира, защото беше започнала да се образува тълпа, аз поставих книгите си върху капака на колата, влязох вътре и се погледнах в огледалото за обратно виждане...носът ми беше там! И той показва пръст под дясното си око.

– А ти какво направи? Попитаха едновременно няколко гласа.

– Хванах носа си, отвърна простишко Яшек, и го поставих обратно на мястото му. И той показва как хваща носа си и го поставя обратно по средата на лицето си.

– Просто така?

– Да просто така. Избърсах кръвта си, която течеше навсякъде, сложих книгите си в колата и се върнах у дома.

– И не си ходил при лекар?

– Нямах време! Оставаха ми само още два дена във Варшава, а имах да се видя с куп хора и да свърша куп неща!

В този момент Яшек забеляза недалеч от себе си директора, който разговаряше посред група хора. Той приближи към него, съпровождан от жена си Ана и една млада мароканска студентка, която той от учтивост искаше да представи на директора. Изчака, докато последният свърши тирадата, в която се беше впуснал, след което побутна напред младото момиче:

– Това е Ясмина, каза той, тя идва от Казабланка и учи при мен.

Шарл Було огледа за миг смутеното младо момиче, след което се впусна да порицава чужденците, които идват да живеят във Франция като паразити на гърба на данъкоплатеца, възползвайки се от обществените осигуровки и от семейните надбавки. Младата мароканка го погледна с широко отворени кадифени очи, след което изчезна; Яшек и Ана останаха като поразени от такава дебелащина, след което също му обърнаха гръб. В групата настъпи неодобрителна тишина, но никой не се осмели да протестира: всички се бояха от злобата и гневните изблици на директора, който властваше над малкото си кралство като абсолютен монарх.

Президентът и г-жа Грюзен пристигнаха доста късно. Директорът веднага се насочи насреща му, предложи му един аперитив, който Президентът отказа, след което го заведе към близкия навес, където Албер Туди продължаваше да обслужва желаещите да получат порция печено. Шарл Було сервира на своите гости избрани порции месо, взе и за себе си една чиния, след което тримата отидоха да седнат на маса, където се присъедини и Алин Було.

Разговорът, който двете жени съзнателно поддържаха на светско и анонимно ниво, беше затруднен. Президентът се хранеше мълчаливо. Шарл Було нервно си играеше ту с писалката, ту с ножа си, ту с флакона за хапове...

Държеше се обаче вежливо и на няколко пъти ставаше, за да потърси вино или плодове. Почувства се облекчен, когато Борис Греков се приближи и започна разговор с Президента.

Джо Бюб беше извадил пред прага на къщата си маса, столове и бутилки с прекрасно вино. На масата бяха Антоан Фльоре, Джейкъб и Люси Зърам, Давид Амир, Яшек и Ана Липински. Малката група непрестанно избухваше в смях и очевидно чудесно се забавляваше. Джо, който от виното ставаше опасно приказлив, се обърна към Антоан:

– Е, дон Жуан, рече той, изглежда, че ти нанасяш опустошителни разрушения в сърцето на някоя си Аурелия?

– Кой ти е казал това? Гласът на Антоан изсвистя като нож на гилотина.

– А! От пиколото по време на последния футболен мач. Той узнал от готвачката, която пък узнала от...

Антоан рязко стана под предлог, че отива да напълни чинията си. Няколко секунди по-късно той се наведе над зачервеното печено, което бавно се въртеше на шиша; погледът на сините му очи излъчваше червен отблъсък и това не беше просто отражение от жаравата.

Без да разбира гафа си, Джо повика минаващата наблизо Мариан. Тя седна на тяхната маса. Вечерта беше приятна, лампионите светеха в нощта, чуващ се глътката на разговорите. Мариан най-после можеше да се отпусне. Струваше ѝ се, че са се върнали хубавите вечерни увеселения от предишните времена, когато тя можеше да се смее, без да я тревожат други мисли; сега тя непрестанно изпитваше това скрито напрежение с директора и някаква потискаща прикритост. Тя знаеше, че в техните отношения липсва откровеност и страдаше от това.

Но днес не беше време за носталгия!

Джо разказваше някаква история и Давид Амир непрестанно го прекъсваше с въпроси на неумолимата логика.

– Двама белгийци, започва Джо, се завръщат в селото си след престой в Париж. Разказват как са се возили в метрото:

„О! Метрото! Това е невероятно, в него има две класи – първа класа и втора класа“.

„А защо е това?“ пита един техен приятел, който никога не е напускал Белгия и е зяпнал от възхита пред пътешествениците.

„Защото, обяснява разказвачът, първата класа пътува много по-бързо от втората“.

Давид гледа напрегнато към Джо:

– Невъзможно е, казва той.

Всички погледи се обръщат към него.

– Ако първа класа върви по-бързо от втора, продължава невъзмутимо

Давид, това значи първа да заобиколи втора, а има само два чифта релси – за влаковете в една и в обратна посока, така че...

Всеобщ смях посреща неговата забележка. Давид се натъжава. Защо винаги се смеят, когато той казва нещо толкова ясно като логика?

Нощта се спуска, на масите светват лампиони, всички се радват на тези мигове на простищко щастие. Джейкъб Зърам е положил ръка върху раменете на жена си. Под навеса музиката увлича танцуващите в сладостен валс.

Президентът и г-жа Грюзен минават от група на група, поздравявайки хората. Те са доволни, че отново се срещат с многобройни приятели. Все пак Мари Грюзен не закъснява да даде сигнал за тръгване, опасявайки се както винаги от възможна преумора на съпруга си.

## **Глава 9**

*Завистта на възвишенияте хора се превръща в съперничество, тази на дребните се превръща в омраза.*  
(Балзак)

**Четвъртък, 22 юни 1989**

Мариан имаше навика да си води дневник за всички важни събития в живота си и добре знаеше, че ще последва безсънна нощ, ако не довери на училищната си тетрадка тежкото си настроение или гнева си.

### **Откъс от дневника на Мариан**

Тази сутрин върху главата ми падна бомба! Директорът ме уволни. Ей така. Връчвайки ми – като изпреварващ удар, той никога не е бил благоразумен – копие от препоръчано писмо, което ми е пратил преди няколко дена.

„И което Вие не сте отишли да си вземете“ подхвърли той.

Кога да отида да го взема? Прикована съм към бюрото си от 9 часа сутринта до 7 вечерта. Смятах да ида до пощата идната събота; впрочем аз предполагах, че това трябва да е чекова книжка, която очаквах, доколкото нищо не предвещаваше моето уволнение: директорът не е говорил с никого – даже с Президента, а и с шефа на персонала; взел е това решение съвсем сам – като някой велик владетел! Но в крайна сметка кадрите на дирекцията зависят единствено от директора, нали така?

И така поемам копието от писмото и се каня да го отворя пред него.

„Не, не – казва той ужасено – идете в кабинета си да го прочетете.“

Той даже няма кураж да пред мен да поеме отговорност за собственото си решение. Отивам в кабинета си и чета:

„Мадам,

Пълномощията, които са Ви дадени, вече не съответстват на реалните

нужди. Предвиждаме да заменим заеманата от Вас длъжност с помощник към дирекцията с много ниска заплата. Пред вид закриването на Вашата длъжност ние Ви каним на разговор в понеделник, 26 юни 1989, преди влизането в сила на уволнението.“

Кой казва, че във Франция абсолютната монархия е премахната с революцията от 1789 г.? Та тя винаги си е съществувала! От петнайсет години опъвам кайша в този институт; петнайсет години работя всеотдайно и с увлечение – всеки би се съгласил с това – в служба на науката, т.е. на моето ниво, за създаване добри условия за изследователска работа. И за пет минути ме изпъждат, уволняват ме без нито една дума за обяснение с едно писмо, в което се използва, да отбележа, кралското „ние“: Държавата това съм аз!

В продължение на петнайсет години съм служила на трима крале: Основателят Андре Велики беше наследен от Хенрик Мъдри и накрая, от две години, управлява Шарл Безумни. Това не е наследствена монархия, това е избираема монархия, но в дадения случай с нищо не е по-добра. Наивно си мислех, че съм като маята: „Републиките отминават, маята остава“. Грешка, ние не сме в република, ние сме в най-лошия вид монархия – абсолютната! Мадам Първа вече не се харесва, да се прогони мадам Първа!

Шарл Безумни, който се нарича католик, отначало ме третираше като Светата Дева: дълбоко ме уважаваше! Но какво стана: трябваше прекалено дълго да се справям без финансова подкрепа, бях Нотр-Дам на Добрия Съвет и Нотр-Дам на Последното убежище, но се наложи да изискам увеличение. Вероятно, за да запазя мястото си на „най-приближена сътрудничка“ на Краля, е трябвало да го съзерцавам с израз на възхита и да не искам никакво възнаграждение за усилията си труд; вместо това аз го изправих пред огледалото, което му показва образа на неговата некомпетентност, и тогава, подобно на капризно дете, той счупи огледалото.

И ето ме разбита и унищожена! Оглеждам декора, който малко по малко построих около себе си и моя приятел – големият закрилящ дъб, – който предано следеше работата ми в продължение на толкова години. Това става всеки ден, аз не показвам нищо на този загубен директор. Продължавам подобно на автомат да си върша работата, да водя кореспонденцията, да отговарям на телефонните обаждания.

Шарл Було никога не би се осмелил да направи това, ако Хенрик Декер беше тук; но Хенрик е в Бон за две седмици. Шарл се бои от Хенрик и му завижда: трябва да се каже, че Хенрик притежава друг човешки и научен ръст!

Срецнах Джейкъб Зърам на терасата. Много обичам Джейкъб и му имам доверие; той беше в течение на моето неразбирателство с директора.

– Джейкъб, казах аз, Шарл се кани да ме уволни.

И му показах писмото.

Джейкъб остана като гръмнат. Само повтаряше: „Това не е възможно, това не е възможно.“

Обядвах заедно с Джейкъб и други гостуващи учени, смях се и разговарях, като че ли нищо не се е случило; Шарл беше седнал на друга маса и ме гледаше смяяно. За нищо на света не бих му показвала колко съм объркана. Както му е навикът, той нервно премяташе в ръцете си флакона с хапчета.

Вечерта преди да напусна ИЧМ, влязох в кабинета му и му казах:

– Вие действахте с невероятна подлост; впрочем това не ме учудва.

Ударът попадна в целта. Лицето му доби мъртвешки бледен цвят. Това ме удовлетвори. Жалка компенсация! Щях да го мразя, ако не го презирах толкова. Какво ще стане, след като все едно вече не съм на работа? Иска ми се да го убия; иска ми се да се самоубия.“

Новината се беше пръснала като пращинките във въздуха. Повечето учени реагираха по същия начин като Зърам. Шарл не би могъл да постъпи така, не и спрямо нея, която е работила толкова много и от толкова дълго време за ИЧМ. Други обаче се зарадваха на напускането на Мариан: тя заемаше прекалено много място. Административният персонал се спотай и смълча; всички се бояха, че могат по същия начин да пострадат.

Делегация от професори отиде в петък на 23 юни при директора, за да ходатайства. Един от тях го запита:

– Има ли нещо, за което да я упрекваш като професионалист?

– Не, отговори с откровеност Шарл Було.

– Тогава твойт начин на действие е неприемлив.

Директорът не отговори, не даде никакво обяснение.

По телефона към него бяха отправени учтиви протести от Франция, Германия, Англия, Америка. Той не се трогна от толкова много шум, но беше смутен от мащабите, които доби събитието: беше разчитал в своята наивност, че Мариан ще напусне „при най-голяма дискретност“ в съответствие с нейните собствени думи.

Мнозина се обърнаха и към Президента. Той се опита да накара директора да промени своето решение:

– Или тя, или аз, заяви Шарл Було с категоричен тон.

Президентът премълча, безсилен и осъзнаващ факта, че да наложи на директора да остави Мариан на мястото ѝ би означавало само да влоши положението. Надеждата му в бъдещето на любимия институт щеше да бъде брутално и злостно разбита.

## Глава 10

*Окото беше в гроба и гледаше Каин.  
(Виктор Юго)*

**Понеделник, 26 юни 1989**

Понеделник сутринта е. След спокойствието от края на седмицата, заме-

нило бурята, предизвикана от уолнението на Мариан, Институтът се връща към живот. Приятен мириз на кафе се носи от кухнята, където главният готвач вече снове около печките. През вратата, оставена отворена, за да влиза утринната свежест, преди да е настъпила обедната горещина, Жан Делма забелязва помощник-готвача, който чисти зеленчуците, натрупани върху голямата дървена маса; към обяд ще дойде градинарят и Жан, който е гурман и живее сам, вдъхва с наслада миризмата на пушени гърди, вече зачервяващи се в тигана.

Този закръглен и подвижен човек с жизнерадостно лице и гол череп, е специалист по вариационно смятане. Миналия месец, на колоквиума, организиран от бившите му ученици по случай 60-та му годишнина, присъстваха само малък кръг учени и Жан пожела да им се отблагодари по френски обичай за тяхното участие, като ги покани на обяд у дома си; той смята подобно на Бриа-Саварен\*, че „да приемеш някого на своята маса означава за няколко часа да поемеш грижата за неговото щастие“. В продължение на една седмица той даде четири обяди и действително получи впечатлението, че господите му бяха щастливи.

Жан оставя велосипеда си под навеса на гаража и откачва ярко червената кожена чанта, която му служи за носене на книги. Хората са свикнали да го виждат как всяка сутрин изкачва с тържествената си походка алеята покрай административната сграда с чантата в ръка и с маншети на панталона, прищипани за карането на велосипеда.

Жан минава пред прозореца на Мариан. Беше й станало навик приятелски да го поздравява с махане на ръка и после да отиде до перваза на прозореца, за да си побъбрят; той обръща машинално глава към кабинета на Мариан и сърцето му внезапно се свива: тя вече не е там, тя вече никога няма да бъде там със своята усмивка и своята веселост. Той си спомня един прекрасен ден, когато те прекараха заедно в градината „Багател“. Розите цъфтяха с цялото си великолепие под юнското слънце; предишната седмица беше валяло и те бяха запазили забележителна свежест. Тревата беше мека и нежна около грижливо прекопаните и закръглени лехи. В оранжерията някой свиреше на пиано валс на Шопен; те бяха седнали на пейка между две лехи, слушайки, но би могло да се каже и виждайки кристалните ноти да се леят заедно с водната струя, да танцуват над розовите листенца, да се спускат под зелената беседка, за да отлетят накрая към китайския павильон високо на скалите.

Сега Жан върви покрай кабинета на директора; той обаче не вижда привичната картина на тънкия силует, приведен над работната маса. Защо по дяволите Шарл Було изпъди Мариан? Жан написа на Президента почтително

\* Бриа-Саварен (1755-1826) – френски гастроном, автор на съчинението *Физиология на вкуса*. – Бел. прев.

протестно писмо, макар да знаеше, че това не би променило нищо в хода на нещата. Това е един уравновесен и толерантен човек, който обаче, подобно на повечето миролюбиви хора, може да бъде обзет от редки, но силни изблици на гняв; и сега той изпитва глуха болка, която много прилича на омраза.

От друга страна Жан хранеше добри чувства към директора. Те двамата бяха учили в Екол Нормал Сюпериор, а след това се бяха озовали в един и същ парижки университет. Шарл Було беше приятен колега – при условие, поправя се Жан в своето вътрешно аз, че не говори за политика или за религия: в тези области неговите убеждения бяха реакционни и бяха силно дразнещи за човек с леви и при това свободолюбиви настроения. Случваше им се от време на време да се срещат на обедите на питомците на Екол Нормал и Жан можеше да оцени веселия му нрав.

Жан беше пренебрегвал това, но впоследствие в ИЧМ забеляза, че Шарл има твърде провинциални възгледи за обществото: той се чувства напълно комфортно в средата на френските математици, но в международна среда губи равновесие и не знае къде да намери своето научно и социално място. Той много напомня онези директори на японски фирми, които са твърде притеснени при срещата с чужденец: Кой е той в действителност? Трябва ли пръв да го поздравя? На кое стъпало в йерархията се намира той в сравнение с мен? И тази несигурност прави директора мрачен и агресивен.

По своята природа Жан не е нито мрачен, нито агресивен и той никога не е имал проблеми с общуването. Той в действителност не може да разбере защо Шарл така рязко развали отношенията си с Мариан. Той въздъхва тъжно и продължава по пътя си; червената чанта виси окаяно на отпуснатата му ръка.

Отива в горния край на разсадника и пълзящите розови храсти му напомнят точно за онези в „Багател“. Той поглежда меланхолично към тях и не забелязва как Жак Шевалие хвърчи надолу по хълма. Жак тича с цялата скорост на дългите си крака и, подобно на снаряд, замалко да отнесе Жан Делма, който се откъсва от мислите си, разтривайки рамото си.

Жак целият е настръхнал; той промълвя:

– Горе при кулата е Шарл Було, лежи проснат на земята и изглежда като припаднал. Иззвиках му, но той не отговори.

– Боже мой, възклика Жан и това беше признак на твърде силно вълнение при атеист като него.

Двамата мъже се гледаха в пълно объркване: това не е онзи вид проблеми, които математиците са свикнали да решават! След това на двамата им идва една и съща мисъл: напоследък Шарл Було имаше сериозни здравословни проблеми и всички знаят, че той се лекува. Може би тези неща са свързани?

Накрая Жан каза:

– Трябва да предупредим г-н Лемоан.

Г-н Лемоан е администраторът; преди десетина години при постъпването си в тази длъжност той получи гръмката титла „Началник на административната служба“ и тя му прилегна като ръкавица. Той е малък на ръст, но добре сложен, слепоочията му са посребрени, а погледът му е непрозрачен и син като порцелан. Очите му не показват нищо за неговата душа, а и дали има такава? Никой в ИЧМ не би могъл да каже. Той носи безукорни, добре скроени костюми и подходящо подбрани вратовръзки; неговият външен вид по любопитен начин контрастира с небрежното облекло на учените. Г-н Лемоан не е учен и никой не би могъл да се заблуди в това отношение.

Г-н Лемоан, чиято стъклена врата извежда на юг към терасата, гледа с изумление как Жак Шевалие и Жан Делма се спускат по моравата и после нахлуват в кабинета му.

Силно развълнуваният Жак заваля думите още по-силно от обикновено и Люк Лемоан с труд разбира какво иска да му каже. Жак обяснява, че тази сутрин е отишъл да се разходи по хълма, за да обмисли идеите си, преди да отиде да работи в кабинета си, и когато стигнал до подножието на кулата, видял Шарл Було, лежащ на хълбок. Приближил се до него и му заговорил, но Шарл не отговорил нищо, нито дори помръднал, така че той, Жак, се спуснал да потърси помощ.

Люк Лемоан е хладокръвен човек. Той вдига телефонната слушалка и се обажда в болницата, за да поиска лекар и линейка. Лемоан винаги оставя отворена вратата между неговия кабинет и този на секретарката; той е от онези хора, които, за да се чувстват сигурни в себе си, се нуждаят от нечие внимателно присъствие до себе си. Затова секретарката внимателно следи всичко, което става в кабинета на нейния началник; тя се спуска към счетоводството, за да сподели новината, и за пет минути методът от уста на уста има своя резултат: целият административен персонал е в течение. В научния корпус нещата вървят по-бавно: както е добре известно, учените живеят в облаците и винаги им е нужно известно време, за да слезат на земята.

Болницата не е далеч; линейката пристига след малко. Люк Лемоан се качва на нея, за да показва пътя. Жан Делма, който е със слабо сърце, също се качва. Жак Шевалие предпочита да върви пеша; той тръгва напряко през гората и пристига на билото на хълма едновременно с линейката.

Шарл Було лежи проснат върху буйната трева между едно кестеново и едно акациево дърво; той е с връхна дреха и вероятно е получил удар по време на утринното си бягане в парка.

Лекарят се навежда над него, допира ухо до гърдите му, мери пулса му, повдига клепачите му, след което бавно се изправя:

– Мъртъв е, казва той, очевидно сърдечен удар.

– Напълно възможно, отвръща Люк Лемоан, той имаше високо кръвно налягане и беше под силен стрес. От известно време беше започнал да приема бетаблокер.

- Така ли, живо се отзова лекарят, знаете ли какъв?
- Не, но знам, че често си играеше с флакона за хапове, сребърна кутийка, която, доколкото знам, е наследил от майка си; винаги я носеше със себе си. Трябва ли да викаме полицията?
- Полицията? пита учудено лекарят, защо полицията, смятате ли, че става дума за престъпление?
- Не, не, казва Люк Лемоан, зачервявайки се от смущение; но нямам опит с такъв вид ситуации и се питам дали законът не изисква да се уведоми полицията.
- Това не е проблем, ще го пренесем в моргата и аз ще напиша медицинско заключение. Ще трябва да предупредите семейството му.
- Така е, отвръща Люк Лемоан, макар че тази перспектива никак не го очарова. През последните десет години му се е налагало да се справя с множество непредвидени обстоятелства, да кара в болницата хора със счупени крайници, но никога досега не е имал проблем с мъртвец. И при това какъв мъртвец, боже мой, самият директор! Люк Лемоан е обикновен човек, който обича обикновените ситуации. Сега, когато Мариан я няма, той се чувства сам пред това действително извънредно положение; той често е имал спорове с Мариан, защото не приемаше властния ѝ характер, а още повече растящото ѝ влияние до пристигането на Шарл Було, така че при други обстоятелства той не би оставил недоволен заради нейното отстраняване. Той беше много потресен от начина, по който директорът беше постъпил, и в продължение на няколко дни беше треперил от страх, боеки се да не би самият той да бъде отпратен така безшумно, и всяка вечер въздъхваше с облекчение, когато установяваше, че на домашния му адрес няма пратено препоръчано писмо. Поне от тази гледна точка той може отсега нататък да е спокоен: директорът няма да го уволни!

Люк Лемоан поглежда часовника си: 11:50. Това е добре. В стомаха си той има махало, което го предупреждава за часа на обяд. Той е методичен човек, който всеки ден между 11:58 и 12:02 взима от най-горното ляво чекмедже на бюрото си талон за ресторант, става, заключва след себе си вратата на кабинета си и слиза на обяд; към 12:05 той прекрачва прага на столовата и се инсталира на „своето“ място, винаги едно и също, като грижливо разстила салфетката върху коленете си. Следи теглото си и има за правило да компенсира изобилния обяд с десет дължини на басейна, които преплува в безукорен круул.

Люк Лемоан въздъхва. Сега той трябва да телефонира на Алин Було, съпругата на директора, преди да е отишъл на обяд. Той оправя вратовръзката си, заглажда косата си и бавно се отправя към кабинета си.

\* \* \*

Линейката пристига в болницата и санитарите полагат пълното тяло на директора върху маса за медицинско изследване; големите крака излизат от-

въд края на масата и провисват комично с техните спортни обувки. Лекарят разтваря бялата му фланела и се навежда напред. Повдигайки клепача на покойния над кафявото и празно око, той вижда през него синята непрозрачност на един друг поглед.

Лекарят бръква в джоба на връхната дреха и изважда от него, освен плик с книжни носни кърпи и връзка ключове, един флакон от гравирано сребро, старинна направа, затворен със завъртща се капачка.

Той дълго върти флакона в ръцете си. Как е можел Шарл Було да умре от инфаркт, след като действително е съблюдавал лечение с бетаблокан, както беше казал административният началник? При нормални обстоятелства той би трябвало да избегне този риск.

– Извикайте съдебния медик, казва той на болногледачката.

...

(Margot Bruyère, *DIS-MOI QUI TU AIMES*  
*(je te dirai qui tu hais...)*. Alès, Lyon, 1990).

**Превод от френски** (с незначителни съкращения): **Михаил Бушев**

Абонирайте се за „Светът на физиката“ на адреса на редакцията –  
в канцеларията на СФБ или в тази на Софийския клон на СФБ  
и във всички пощенски станции – кат. № 1686.

**Годишен абонамент – десет (10) лева.**

За ученици, аспиранти и пенсионери – пет (5) лева.