

АЙНЩАЙН И ХИЛБЕРТ: СЪЗДАВАНЕТО НА ОБЩАТА ТЕОРИЯ НА ОТНОСИТЕЛНОСТТА¹

И. Тодоров

Необходими са били осем години, след като Айнщайн изказва основните физически идеи на релативистичната теория на гравитацията, докато бъде намерена нейната адекватна математична форма. Усилията на най-големия физик и на най-големия математик на времето са достигнали връхно напрежение през последния месец на работата.

Споровете за приоритет, подети десетилетия по-късно във връзка с нов прочит на коректурите на Хилберт от декември 1915, не бива да засенчват величието на теорията.

Със супергравитационното увлечение и особено с рождението на суперструните (които през 1995 се обединиха в „М-теория“ – виж [D, W]) се появи нова наука, която може да бъде наречена „математична физика на високите енергии“. Модите се сменяха, теорията ставаше все по-абстрактна, успехите оставаха чисто математически. Десетилетия по-късно реализацията на големия амбициозен проект изглежда все тъй далечна. При все това, беше трудно да се устои на изкушението. Юрий Манин характеризира ситуацията като „краен романтизъм² на теоретичната физика на високите енергии през последната четвърт на 20-и век“ [M].

Има забележителен пример на взаимодействие между физика и математика, довело до най-завършената от „революциите във физиката“ през първите десетилетия на 20-и век: построяването на общата теория на относителността. Историята показва колко трудно е било – дори за създателите на теорията – да разберат докрай такива основни понятия като репараметризационната инвариантност, тъждествата на Бианки, понятието за енергия, които днес се изучават от всеки студент по теоретична физика. Наличието на спор за приоритет, ако не между творците на теорията, то между историците на науката, век по-късно, има и положителна роля – доколкото привлича вниманието към това велико постижение на човешката мисъл.

1. Пролог: Айнщайн (и Гросман), 1907-1915

Айнщайн е все недоволен от постигнатото: специалната теория на относителността не го задоволява, тъй като не включва на равни начала ускореното движение.

¹ Лекция, четена и допълвана в течение на две десетилетия (Триест, 1992; Бремен и София, 2005, ...) ранен вариант е преведен в Светът на физиката (СФ) 19:2 (1996) 68-77; по-късен (английски) е достъпен в arXiv:physics/0504179.

² За Ли Смолин, четвърт век по-късно, това продължава да е „силно спекулативна и поетична област“ ([S13] с. 77).



А. Айнщайн

Още от студентските години той е приел със симпатия критиката на Ернст Мах спрямо „чудовищното нютоново схващане за абсолютно пространство“. (Неговият приятел от студентски години Бесо е накарал 18-годишния Айнщайн, още през 1897, да прочете Маховата „История на механиката“.)

В своя нееднократно препечатван доклад на Международния конгрес на изкуствата и науките в Сент Луис, 1904, [Ро], както и в по-обстойна статия от 1906, Поанкаре вече е поставил задачата да се промени Нютоновата теория на всемирното привличане, така че да се съгласува с принципа на относителността. Проблемите на гравитацията и на ускореното движение са съчетани в това, което 15 години по-късно Айнщайн нарича „най-щастливата мисъл в живота ми“ ([Р82] 9 – т.е. глава 9 от книгата на Пайс). Тогава, през 1907, докато работи над обзорната статия³ [Е07], него го озарява идеята, че „за наблюдател, падащ свободно

от покрива на къща, не съществува – поне в непосредствена близост – гравитационно привличане.“ В своята лекция в Киото, цитирана от Пайс, Айнщайн си спомня: „Седях на стола в патентното бюро в Берн, когато внезапно ми просветна: „Ако човек пада свободно, той няма да чувства собственото си тегло!“ Бях поразен ...“.

Така възниква знаменитият принцип за еквивалентност – само две години след като е формулирана специалната теория на относителността (макар че Айнщайн му дава това име едва след пет години). Работата от 1907 не спира дотук. Айнщайн извежда също формулата

$$c(\varphi) = c(1 + \varphi/c^2)$$

за зависимостта на скоростта на светлината от постоянно гравитационно поле φ . (Пробната маса се приема за единица, така че отношението φ/c^2 да е безразмерно.) Той заключава, че светлинните лъчи се закривяват по посока на полето⁴. Като че ли

³ Поръчана от Йоханес Щарк (Нобелова награда 1919), който по-късно ратува за „Германска физика“ и се опълчва срещу теорията на относителността – печална еволюция на нещастния „класически физик“, герой на романа [М82].

⁴ В предсказанието за извиването на светлинните лъчи Айнщайн има велик предтеча. В първия „Въпрос“ в своята „Оптика“ Исаак Нютон пише: „Дали телата не действат на светлината от разстояние и с това си действие не закривяват лъчите? И не е ли това действие най-силно на най-малкото разстояние?“

това не стига за първа стъпка в релативистичната гравитация, Айнщайн пише на своя приятел Конрад Хабиخت на Коледа 1907, три седмици след като е изпратил статията си за печат: „Надявам се да изясня необясненото досега веково отместване на перихелия на Меркурий...“ ([P] 9, с. 182).

И трите наблюдаеми следствия на общата теория на относителността са пред погледа на нейния създател още на този предварителен етап. Геният на Айнщайн се разкрива в пълна сила – както и това, което му липсва. Ограниченията му са описани най-честно от самия Айнщайн. В своите *Автобиографични бележки*, завършени през март 1955, месец преди смъртта си той се кае за отношението си към висшата математика през студентските години. (Морис Соловин, близък негов приятел от времето след завършване на ЕТН (Политехниката в Цюрих), си спомня, че „Айнщайн често говореше срещу злоупотребяването с математиката. Физиката, казваше той, е конкретна интуитивна наука.“ „Не вярвам в математиката!“ е казвал Айнщайн преди 1910 – виж [P85], с. 21.) Още през 1907 Айнщайн се стреми към общоковариантна теория, но не си дава сметка, че такава теория – Римановата геометрия – е създадена през 19-и век. Принципът за (локална) еквивалентност, който цели да въплъти „най-щастливата мисъл“ от 1907, е определящ за пътя на Айнщайн към отъждествяване на гравитацията с геометрията на пространство-времето. Показателно е, че за съвременния геометър не е лесно да обясни какво точно гласи този принцип, изиграл решаваща роля за откриването на теорията. Наличието на гравитационно поле се проявява в ненулев тензор на кривината, който не може да се отстрани с никаква координатна трансформация (както и да „пада асансьорът“). (Интересуващият се читател може да научи повече за принципа за еквивалентност и за пътя на Айнщайн към неговите уравнения от достъпните в Интернет статии [N], [ВизС], [S11].)

Нека повторим: към края на 1907 Айнщайн държи в ръцете си физическия принцип и главните следствия на бъдещата теория; въпреки това, нужни са му още осем години – и участието на математиците, Гросман и Хилберт – за да стигне до нейната точна формулировка.

Макар да мисли неотстъпно по проблемите на гравитацията (поне според късните си спомени [E55]), в продължение на три и половина години, от 1908 до средата на 1911, външно Айнщайн е зает главно с квантовата теория⁵: светлинни кванти, чернолъчение. Характерно е, че това става преди работата на Нилс Бор от 1913, която прави квантовата теория популярна. (Дже след нея, през 1915, Миликан, който 10 години проверява Айнщайновото предсказание за фотоефекта, пише: „Фотоелектричното уравнение ... във всеки случай точно предсказва наблюдаваните резултати... Все пак, полукорпускулярната теория, с чиято помощ Айнщайн стига до своето уравнение,

⁵ Всъщност, още през 1907 той публикува статия по квантовата теория на специфичните топлини, високо оценена от Нернст и изиграла важна роля за приемането на квантовата теория от физическата общност – виж интересната (и достъпна) лекция на история на науката Мартин Клайн [K], както и [P79], [P] 20b-с. (През 1910 Айнщайн работи и върху критичната опалесценция – последен негов голям труд по класическа статистична физика.)

понастоящем изглежда напълно неприемлива.“ – виж [P] 18a, с. 357). И оценката на Айнщайн за собствената му работа от 1909-1910, посветена на светлинните кванти, не е много ласкава. Днес, напротив, няма съмнение, че тези негови работи са изпреварили своето време (виж, например, H. Kragh, *Quantum Generations*, Princeton Univ. Press, 2002 с. 66-73, както и обстойния обзор на Пайс [P79], посветен на тази тема).

Към юни 1911 Айнщайн, вече в Прага, е отново по следите на общата относителност и на закривяването на светлинните лъчи [E11]. Следващият пробив идва през август 1912, когато Айнщайн се връща в Цюрих и буквално вика на помощ своя приятел и състудент от ЕТН⁶: „Гросман, трябва да ми помогнеш, иначе ще полудея!“⁷. Както личи от писмо до Хопф⁷, цитирано в [P] 12b, и от по-късни свидетелства, Айнщайн разбира, че гравитацията не може да се опише с едно скаларно поле (което той се опитва да свърже в предишни публикации с вариацията на скоростта на светлината), а че е необходимо да се привлече зависещият от мястото метричен тензор $g_{\mu\nu}(x)$, т.е. да се работи с 10 гравитационни потенциала, вместо с един! Както Айнщайн описва по-късно своя ход на мисли, в момент, когато се мъчи да намери инвариантно математично описание на гравитацията, той осъзнава аналогията с Гаусовата теория на повърхнините (за която е слушал – не много прилежно – лекции в ЕТН). Гросман съобразява, че общоковариантният формализъм, който търси Айнщайн, се дава с многомерната геометрия на (отишлия по-далеч от Гаус) Риман, с нейния тензорен анализ, доразвит от Кристофел, Ричи и Леви Чивита. Законът за преобразование на гравитационните потенциали при общи координатни трансформации се определя от изискването за инвариантност на квадрата на линейния елемент $ds^2 = g_{\mu\nu}(x)dx^\mu dx^\nu$. (С други думи, при смяна на координатите x^μ , метричният тензор $g_{\mu\nu}$ също се променя така, че ds^2 да се запазва.) Разбира се, това е само началото на дълъг и труден път. Айнщайн до такава степен е погълнат от работата, че вече отказва да обсъжда квантовата теория. На 29 октомври 1912 той пише на Зомерфелд: „... нищо ново не мога да кажа за квантите. Сега съм зает изключително с проблема на гравитацията и се надявам да преодолея трудностите с помощта на приятел-математик. Но едно е сигурно: през целия си живот не съм работил и приблизително така напрегнато, и се прониквам с огромно уважение към математиката, чиито тънкости доскоро разглеждах като чист лукс. Сравнена с това, първоначалната теория на относителността е детска игра.“ ([M 73], с. 93, [P] 12b с. 216).

През близките месеци Айнщайн като че ли все още се доверява повече на своята интуиция, отколкото на математиката. Първата им съвместна работа е всъщност обединение на две самостоятелни статии: физична, писана от Айнщайн, и математична – на Гросман. Авторите са на косъм от правилното уравнение, но физикът още не може да осмисли общата ковариантност, макар че се стреми към нея и въпреки че Гросман е

⁶ „Grossmann, Du must mir helfen, sonst werd' ich verrückt!“ (цитирано по Пайс, [P] 12b, с. 212 и [S11]). За Марсел Гросман (1878-1936), професор по геометрия в ЕТН от 1907, и за неговия принос – виж [E55] и [P] 12a-e.

⁷ Ludwig Hopf (1884-1939) – докторант на Зомерфелд и сътрудник на Айнщайн в Цюрих и в Прага (1909-1911).

въвел още тогава тензора на Ричи – ключът към правилните уравнения (виж анализа в [S11], основан на изучаване на „тетрадката от Цюрих“). Инвариантността спрямо произволна смяна на променливите е отхвърлена поради „изискването за причинност“, според което метричният тензор $g_{\mu\nu}(x)$ трябва да се определи напълно от тензора на енергията и импулса $T_{\mu\nu}$. Сега разбираме защо това е неправилно: $T_{\mu\nu}$ удовлетворява закона за запазване, неговите компоненти не са независими. Същото се отнася и до тензора на Ричи⁸ $R_{\mu\nu}$, свързан с $T_{\mu\nu}$ чрез правилните общоковариантни уравнения (написани от Айнщайн и Хилберт три години по-късно), и удовлетворяващ *тъждествата на Бианки*. Метричният тензор се определя с точност до четири произволни функции, съответстващи на свободата за избора на „калибровката“ – т.е. на координатните функции. (Понятието за калибровъчна инвариантност е въведено шест години по-късно от Херман Вайл при описанието на хипотетична дилатационна симетрия; то заема своето естествено място – в електродинамиката на Максвел-Дирак – отново, благодарение на Вайл – след още 10 години.) Днес изглежда лесно... Както най-добре го е казал Айнщайн: „В светлината на днешното знание, щастливото постижение изглежда нещо едва ли не разбиращо се от само себе си. Но годините на жадно търсене в тъмнината..., когато увереността се сменя с изтощение, а истината просветва едва накрая – само тези, които са преживели това, могат да го разберат.“

И така, в „Проекта“ [EG14] Айнщайн и Гросман отстъпват от изискването за обща ковариантност и се задоволяват с ненапълно геометрични уравнения, инвариантни само спрямо линейни преобразувания. Айнщайн не е доволен. През август 1913 той пише на Лоренц: „За жалост, гравитационните уравнения не са общо ковариантни... От друга страна, вярата в теорията се гради на убеждението, че ускорението на отправната система е еквивалентно на гравитационно поле. Тъй че, ако уравненията ... допускат само линейни трансформации, т.е., теорията влиза в противоречие изходното предположение ... всичко увисва ...“ ([P] 13a с. 228).

През зимата на 1913-1914 Айнщайн и Фокер (докторант на Лоренц) възстановяват общата ковариантност, но на висока цена. Те извеждат скаларното уравнение $R = -\kappa T$ между следите на тензорите на Ричи и на енергията и импулса, като предполагат, че метриката е конформно плоска, $g_{\mu\nu}(x) = \phi(x) \eta_{\mu\nu}$, – с други думи, се опитват да възродят (нелинейна) скаларна теория на гравитацията. Резултатът не е вдъхновяващ, Айнщайн се връща към тензорната теория, развивана с Гросман, и през октомври 1914 пише дълга статия (56 страници): „За формалните основи на общата теория на относителността“. И в нея продължава раздвоението: авторът се стреми към общо ковариантна теория, но нарушеното „изискване за причинност“ му пречи да приеме естествената геометрична формулировка. Работата стига (по израза на [Виз]) до задънена улица. В началото на 1915 Айнщайн, явно преситен от неподатливата математика, се заема с експериментална работа – заедно с холандския физик Де Хаас.

⁸ Инвариантна характеристика на геометрията дава тензора на кривината на Риман, който е нелинейна функция на метриката $g_{\mu\nu}$ и на нейните първи и втори производни. Тензорът на Ричи се изразява като следа от тензора на Риман.

2. Берлин – Гьотинген⁹

През ноември 1971 професор от Принстън (Нобелов лауреат) пише на историка на науката Мера писмо, в което задава един от онези уж наивни въпроси, които звучат познато (с характерния унгарски акцент) за всекиго, който е имал случай да се сблъска с Вигнер: „Бях с впечатлението, че, едновременно с Айнщайн, Хилберт също е намерил приетите сега уравнения на общата теория на относителността. Вярно ли е това? Ако да, то защо като че ли никой не го споменава? Разбирам, че основната идея е на Айнщайн, но е интересно, че и след изказването на идеята е минало доста време, преди да бъдат намерени правилните уравнения, които я възплътяват – въпреки че и Айнщайн, и Хилберт са работили върху нея.“ Мера отговаря на Вигнер две седмици по-късно с дълго писмо, а след две години публикува статия по въпроса [M73] (87 страници). Друг отговор на повдигнатия въпрос дават след още пет години авторите на [EG], ровили се в кореспонденцията на Айнщайн в архива на Принстънския университет.

Давид Хилберт, чиито 23 проблема занимават математиците през голяма част от 20-и век [Y], на 53, е безспорният лидер (след смъртта на Поанкаре през 1912) в света на математиката. Завоювал признание със станалите класически *Основи на геометрията*, той поставя (1900, Париж) своя шести проблем „Да се третират по същия начин, чрез аксиоми, онези физически науки, в които математиката вече играе важна роля...“. Той е убеден, че научните проблеми могат – и трябва – да се решават (*Wir müssen wissen, wir werden wissen* – Ние трябва да знаем, ние ще знаем!) и сам се заема с тази задача. Започвайки от 1912, след като е завършил книга по интегрални уравнения, основното занимание на Хилберт става реализацията на програмата, залегнала в шестия проблем. Той се опитва да обедини новата електромагнитна теория на електрона на Густав Ми (1869-1957) с теорията на Айнщайн-Гросман в рамките на аксиоматичния подход (виж [S], раздел 2.1). Кани Айнщайн да посети Гьотинген (най-напред през 1912) и най-после успява да го докара – в разгара на „Голямата война“.

От 29 юни до 7 юли 1915 Айнщайн е в Гьотинген (живее в дома на Хилберт); изнася шест двучасови лекции по теория на относителността и гравитацията. Той явно е доволен от резултата: „За моя голяма радост успях напълно да убедя Хилберт и Клайн¹⁰“ (писмо до Де Хаас), „Аз съм ентузиаст по отношение на Хилберт (Айнщайн до Зомерфелд). Чувствата изглеждат взаимни: Хилберт препоръчва Айнщайн за третата Награда Бояй (1915) за „високия математичен дух на неговите постижения“. (Първите две награди са дадени на Поанкаре и на Хилберт – виж [M73]). Въпреки добрия

⁹ Айнщайн е привлечен в Берлин от април 1914, благодарение на усилията на Планк и Хернст (берлинският период на Айнщайн е изследван в [G]). За живота и делото на David Hilbert (1862-1943) – виж [R] и [Y]; двамата с Felix Klein (1849-1925) (който го довежда в Гьотинген през 1895) поддържат славата на университета на Гаус и Риман като водещ център по математика в света (до идването на власт на национал-социалистите през 1933).

¹⁰ Интересно, че по свидетелството на Клайн „дватама (с Хилберт) говореха без да се чуват един друг, както често се случва между математици, активно заети със собствените си мисли“ (виж [F] 19 с. 375).

прием на лекциите, обсъжданията усилват неговата неудовлетвореност от липсата на обща ковариантност на уравненията, на които те с Гросман са се спрели. През юли той пише на Зомерфелд, че не му се ще да включва последните си статии в новото издание на „Принципът на относителността“, „защото никое от изложенията досега не е пълно“. След ноемврийския маратон той ще формулира по-точно причините на недоволството си от предходната теория: (1) ограничената ковариантност не включва равномерни въртения; (2) прецесията на Меркурий излиза 18 вместо наблюдаваните 45 секунди на столетие; (3) неговото доказателство – от октомври 1914 – за единственост на гравитационния хамилтониан е грешно.

Междувременно Айнщайн получава писмо от Зомерфелд (може би към края на октомври – писмото е изгубено), от което разбира, че той не е единственият недоволен от своята теория от предната година: Хилберт също има възражения и работи върху своите собствени „Основи на физиката“ (първоначално замислена като „Основни уравнения на физиката“ – виж [S]). Ще позволи ли 36-годишният Айнщайн някому, бил той и самият Хилберт, да обере плодовете от години на напрегнат труд и на вдъхновение? Решително не. Неговият архив разкрива небивала активност през ноември 1915.

Айнщайн изнася четири доклада пред „Пруската академия на науките“, на 4-и, 11-и, 18-и и 25-и ноември – нито един четвъртък не е пропуснат! Това не са различни части от голям труд. Първата статия, „За общата теория на относителността“, отхвърля работата му от 1914 и предлага ново уравнение. Втората, със същото заглавие като предишната, отхвърля първата и започва отначало. Четвъртата, „Уравненията на гравитационното поле“, отрича първите две и съдържа правилните уравнения. Напомня на филм, при който картините се сменят с голяма скорост. Нищо подобно не се е случвало нито по-рано, нито по-късно в живота на Айнщайн.

Това не е всичко. Айнщайн отговаря на загубеното писмо на Зомерфелд едва на 28 ноември (три дни след последния си доклад пред академията): „Не ми се сърдете, че едва днес отговарям на Вашето приятелско и интересно писмо. Миналият месец беше един от най-вълнуващите и напрегнати в живота ми, а също и от най-щедро възнаградените. Не можех да се съсредоточа да пиша писма.“ И наистина, от края на октомври до края на ноември Айнщайн прекъсва редовната си кореспонденция с Бесо, Еренфест, Лоренц... Той пак пише писма (по-точно картички), но на нов адресат – Хилберт. Запазени са четири пощенски картички от Айнщайн до Хилберт, датирани – 7, 12, 15 и 18 ноември, и два от четирите отговора на Хилберт.

На 7 ноември Айнщайн праща коректурите на своята първа статия (от 4.11) и в съпровождащата я картичка пише: „Разбрах преди четири седмици, че моите предишни разсъждения са заблуждаващи.“ Намеква за споменатото писмо на Зомерфелд, в което се съобщава за възраженията на Хилберт спрямо статията от октомври 1914 и завършва с думите: „Любопитен съм ще одобрите ли това решение.“ Хилберт едва ли е одобрил новото уравнение, защото то предполага, че детерминантата на метричния тензор е константа (-1) и значи, че още не е общоковариантно. Вероятно, след като е

получил критичния отговор на Хилберт (който е изгубен), на 11 ноември Айнщайн опитва общоковариантното уравнение

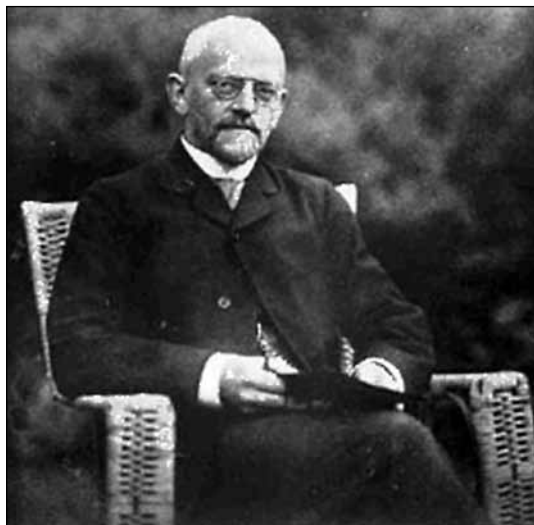
$$R_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu}, \quad (1)$$

отхвърлено от него и Гросман две години по-рано. То обаче съвпада с правилното уравнение

$$G_{\mu\nu} := R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R g_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu} \quad (2)$$

само ако тензорът на енергията и импулса $T_{\mu\nu}$ (а значи и $R_{\mu\nu}$) има нулева следа (т.е. ако $T=R=0$). Това е така за електродинамиката на Максвел и Айнщайн допуска, че то е вярно и по-общо.

На следния ден, 12 ноември, Айнщайн праща втора картичка на Хилберт, благодарно му за любезното писмо (което е изгубено) и му съобщава, че най-после е получил общоковариантни уравнения на полето. Хилберт отговаря (на 14.11) с дълго послание на две пощенски картички. Той пише развълнувано за собственото си „аксиоматично решение на Вашия голям проблем“. В послепис той добавя, че неговата теория е напълно различна от Айнщайновата и кани Айнщайн да дойде в Гьотинген в деня преди неговата лекция и да прекара нощта у тях, въкъщи. На другия ден (15 ноември) Айнщайн вече отговаря. (Прави впечатление безотказната работа на германската поща в разгара на войната.) „Написаното във Вашите картички поражда най-големи очаквания“. Той се извинява, че няма да може да присъства на лекцията му, защото е преуморен и го мъчат стомашни болки. Моли за копие на коректурите на статията на Хилберт. Явно,



Hilbert

Д. Хилберт

че получава исканото копие – за по-малко от три дни, защото на 18.11, в деня на своя трети доклад пред Академията, той пише четвърта картичка: „Системата от Вашите уравнения е, доколкото мога да съдя, еквивалентна на тези, които аз намерих през последните седмици и докладвах пред Академията“. Айнщайн добавя, че разполагал с уравнение (1) от три години, но двамата с Гросман го отхвърлили, защото смятали, че в Нютоновата граница то не възпроизвежда закона на Нютон (имайки въщност предвид полеовото уравнение на Поасон). Накрая Айнщайн уведомява Хилберт, че най-после е извел правилната стойност за отместването на перихелия на Меркурий от общата теория – без каквито и да било допълнителни предположения.

Необходимо е едно пояснение.

Уравнението (1) от втората статия на

Айнщайн (от 11.11) не е еквивалентно на (правилното) уравнение (2), което (ако не се е съдържало в коректурата, получена от Айнщайн, то във всеки случай) следва от вариационния принцип на Хилберт. Въпреки това, Айнщайн наистина извежда в своето трето съобщение правилната стойност за изпреварващото отместване на перихелия на Меркурий. Причината е, че той всъщност решава хомогенното уравнение (с $T_{\mu\nu}=0$) в пост-Нютоновото приближение – допускайки точкова особеност. (Математиците не могат да съперничат с него при откриване на физическите следствия на теорията.)

На следния ден, 19.11, Хилберт поздравява Айнщайн, че се е справил със задачата за перихелия и добавя шеговито: „Ако можех да смятам така бързо като Вас, тогава електронът щеше да се предаде пред лицето на моите уравнения и атомът на водорода щеше да се извини, че не излъчва“ ([P] 14d с. 260).

На 20 ноември Хилберт докладва работата си в Гьотинген. Той отдава дължимото на идеите на Айнщайн. На първата страница на своята статия той пише: „Айнщайн ... разви дълбоки идеи и уникални концепции, както и изобретателни методи за работа с тях... Следвайки аксиоматичния метод, всъщност две прости аксиоми, аз бих искал да предложа нова система от основни уравнения на физиката. Те притежават идеална красота и вярвам, че те решават едновременно проблемите на Айнщайн и на Ми.“ В публикувания вариант Хилберт цитира всичките ноемврийски статии на Айнщайн. За последната, докладвана на 25 ноември, след неговата собствена лекция, Хилберт пише: „Струва ми се, че (нашите) диференциални уравнения се съгласуват с величавата обща теория на относителността, предложена от Айнщайн в неговия по-късен мемоар.“

На 25 ноември Айнщайн предлага *без извод* уравнението

$$R_{\mu\nu} = \kappa(T_{\mu\nu} - \frac{1}{2}T g_{\mu\nu}), \quad (3)$$

което е еквивалентно на (2) (и от двете следва съотношението $R = -\kappa T$). Той не споменава Хилберт в публикуваната статия. Въпросът за пътя на Айнщайн към члена със следата в последното уравнение изглежда е затруднявал коментаторите. Най-ранното от известните ми сериозни изследвания по въпроса, основани на изучаване на Цюрихската тетрадка от 1912, е в обемистата втора статия на Нортон (от 1984) в [N]. Интересуващият се читател ще намери пълно и компетентно изложение в последвалата (15 години по-късно) обстойна публикация [S]. В интересната лекция на Штрауман [S11] (с приложение, озаглавено „Как Айнщайн намери члена със следата в своите уравнения за движение“) се цитират и други, междинни по време работи.

*

Днес един добър студент би могъл да намери члена $-\frac{1}{2}R$ (или, еквивалентно, $-\frac{1}{2}T$), като използва тъждествата на Бианки. Бедата е била в това, че Айнщайн не ги е знаел. Да не го съдим строго; и Хилберт не ги отчита: той извежда четири тъждества между полетата на своята теория – получавайки, преди Нютер, частен случай от нейната теорема (виж [V] и раздел 3.3 от [S]), но погрешно предполага, че те ще му позволят да изрази електромагнитните потенциали чрез гравитационното поле. Той поправя грешката си в по-късен вариант на своята статия.

И Феликс Клайн, който през 1918 свежда анулирането на ковариантната дивергенция

$$(R^{\mu\nu} - g^{\mu\nu} R)_{;\nu} = 0 \quad (4)$$

също до теоремата на Ньотер, не се сеща, че (4) е следствие от тъждествата на Бианки за тензора на кривината на Риман. „Тъждествата на Бианки“ са били известни преди Бианки на Аурел Фос (1880) и на Ричи (1889); Луиджи Бианки (ученик на Клайн!) ги прототкрива през 1902.

3. Продължение. Спорове между историци на науката

В речта си по повод на 60-годишнината на Планк (през 1918) Айнщайн говори за различни категории хора, посветили се на науката. За някои науката е спорт, който им позволява да задоволят своето честолюбие или суета. Ако ангелът изгони всички подобни хора от храма на науката, продължава той, храмът ще опустее почти напълно. Но Планк ще остане между малцината избрани. Хрониката на последния месец от създаването на общата теория на относителността показва, че състезателният дух не е бил чужд нито на Айнщайн, нито на Хилберт – както не е бил чужд на Лайбниц и Нютон. Заслуга е както на Айнщайн, така и на Хилберт, че тяхното ноемврийско съперничество не прераства в публичен приоритетен спор. И все пак, като резултат от преживяното свръхнапрежение, между тях възниква известно чувство на неловкост. Месец след това Айнщайн пише на Хилберт: „Искам да използвам случая да Ви кажа нещо, което е важно за мен. Между нас се появи известна хладина; не искам да анализирам причината. Борих се да преодолеем всяко чувство на огорчение – и с пълен успех. Отново мисля за Вас с ненакърнени приятелски чувства и Ви моля и Вие да се опитате да мислите за мене по същия начин. Би било срамота, ако двама истински юнаци (*zwei wirkliche Kerle*), чиято работа ги е издигнала над този мизерен свят, не си доставят удоволствие един на друг.“ ([EG], [P] **14d** с. 260). В своята голяма – и многократно преиздавана – статия [E16] Айнщайн вече се позовава (макар и повърхностно) на статията на Хилберт. По този повод той отново пише на Хилберт, молейки го да му обясни работата си (и се оплаква от нейната непрозрачност).

Любопитен епизод от две години по-късно показва, че Айнщайн действително държи на Хилберт и на приятелството си с него. Малко след сключване на „победоносния (за Германия) Брест-Литовски мир“ с болшевишка Русия, предизвикал нова патриотична вълна сред германците, Айнщайн се опитва да върне учените към разума. Той вече мисли как да се възстановят международните научни контакти след войната. Следният малък откъс от дълго писмо-апел до неговите „многоуважаеми колеги“ дава идея за духа на писмото: „Колко пъти през тези трагични години на всеобщо националистична треска хора на науката и на изкуствата правеха публични изказвания, които силно накърняват чувството за солидарност, което тъй обещаващо се развиваше до войната... Тази тежка ситуация поставя пред онези, които със своите интелектуални постижения са получили признание сред своите събратя от целия цивилизован свят, задължение, от което не бива да се отказват. Те трябва да направят публичен призив

и да признаят собствените си грешки. Това би прослужило като подкрепа и утеха за онези, които в своята изолация още не са загубили вяра...“ [F] 20 с. 415. Сред малкото немски колеги, на които Айнщайн се решава да прати своя манифест, е и Давид Хилберт. Айнщайн добавя на ръка послепис: „Измежду математици и физици Вие сте единственият, на когото мога да пиша по този въпрос.“ (Хилберт отговаря със симпатия и разбиране, но след като говори с близки колеги пише, че „това би прозвучало като самообвинение и би зарадвало само нашите противници“ и предлага да почакаат да свърши войната...)

Хилбертовата оценка за Айнщайн не буди съмнение. Неговият биограф [R] му приписва думите: „Всяко момче в Гьотинген разбира 4-мерната геометрия по-добре от Айнщайн. И все пак, ... Айнщайн свърши работата, а не математиците.“ *Айнщайн* има въображението да свърже гравитационното поле с кривината в неевклидовата геометрия на пространство-времето.

*

Историята не свършва тук: продължават я биографи, изследователи-почитатели, критици.

Библиотеката от биографии на Айнщайн („прекалено много“ – според Фриман Дайсън) получи съществено попълнение – с цитираната вече книга на немския научен журналист-физик [F]. (Ако Пайс [P] остава главен източник за научния контекст на работите на Айнщайн, то отстраненият разказ на Фьолсинг ни дава истински, неретуширан образ на човека и неговия живот.) След като резюмира решителната фаза от работата над общата относителност, той цитира писмо на Айнщайн до Зангер (дискутирано по-рано в [M84]), в което се казва: „Само един колега истински разбра теорията и сега той се опитва ловко да я представи като *наша* („nostrify“)“. Ние вече се сещаме, че въпросният колега е не друг, а Хилберт. На базата на известните факти Фьолсинг отхвърля обвинението. Малко след английския превод на [F], през ноември 1997, в *Science* излиза сензационно съобщение [CRS] (отразено дори в *New York Times*). В него се казва, че наскоро откритите коректури на статията на Хилберт, с издателски печат от 6 декември 1915 – т.е. след публикацията на четвъртия доклад на Айнщайн, съдържат съществени авторски промени спрямо ръкописа от 20.11. Фактът, че Хилберт е внасял поправки в своя доклад след представянето му е известен отдавна: ние споменахме, че той е цитирал и четирите ноемврийски съобщения на Айнщайн и коментирал последното, дадено за печат след неговото. Авторите твърдят, че първоначалният текст на статията не съдържа уравнение (2) (а само Хилбертовото действие – интеграл от скаларната кривина R – откъдето то следва), и придават голямо значение на това твърдение. Подкрепата на тази основа на обвинението в „nostrification“ – едва ли не в плагиат – отива прекалено далеч. Тя дава повод на добре аргументирано изследване [S] за пътя на Хилберт към неговите „Основи на физиката“. Пряк критичен коментар срещу необоснованите обвинения, отхвърлен от редакторите на *Science*, бе публикуван в крайна сметка в по-специали-

зирано списание¹¹ [W04]. Възраженията в [CRS04] срещу тази критика не звучат убедително: те дори поставят под съмнение математическата компетентност на авторите¹².

Полемика се изостря. Публикуваната през 2005 книга [W05] се рекламира с въпросителен знак: „Криминален случай в историята на науката?“ Авторката твърди – още в резюмето на книгата – че липсващо парче от страници 7 и 8 от коректурите на Хилберт (за което се споменава и в [S] и в [W04]) е съдържало „по всяка вероятност явния вид на уравненията на полето...“; нещо повече, „пасажът не е бил изрязан навремето, а трябва да е нарочно махнат наскоро, за да се фалшифицира историческата истина“.

Ясно е от ноемврийската кореспонденция (както и от още непубликувани писма на Макс Борн до Хилберт от есента на 1915 – виж [Som]), че при тяхното съперничество влиянието на Хилберт е било решаващо Айнщайн да приеме „общата относителност“, въпреки дълго подхранваните съмнения. Подробният анализ на коректурите в [S] и [Виз] показва, че при последното надпреварване Хилберт е бил объркан в обратна посока. След като въвежда общоковариантното действие, той се позовава в първоначалния вариант на работата си на Айнщайновия „принцип за причинност“, за да използва нековариантна формулировка на закона за запазване на енергията и импулса. Едва при коректурата той се отказва от допълнителните условия и прави ясна общовалидността на ковариантното уравнение (2).

Айнщайн и Хилберт проявяват морална сила и мъдрост – след месец на усилено съперничество, от което всички, и най-вече науката, печелят – да избегнат приоритетни спорове (нещо, което не се отдаде на Лайбниц и Нютон). Би било срам за следващите поколения учени и историци да се опитват да развалят това постижение.

Английският вариант на тази статия бе написан по време на престоя на автора в Института по теоретична физика на Гьотингенския университет. Благодаря на Хуберт Гьонер, който ми даде възможност да се запозная с непубликувани писма на Борн до Хилберт.

ЛИТЕРАТУРА

[B] C.J. Bjerken, *Anticipations of Einstein in the General Theory of Relativity*, XTX Inc. Downers Grove, Illinois 2003.

¹¹ Има като че ли организирано усилие да се представи възгледа в [CRS] като общоприето окончателно „Решение“. В разпространената в Интернет кратка биография на Хилберт авторите, O'Connor и Robertson, намират за нужно да посветят абзац с обвинението в некоректно поведение, започващ с думите „ авторите (на [CRS]) убедително показват ...“. Този тип откровено тенденциозна позиция предизвиква необичайно резки реакции като [LMP] и [B].

¹² Тримата автори продължават да твърдят, че взимането на вариационната производна от Хилбертовото действие (рутинно упражнение, заемащо три реда, за среден студент от горните курсове) не е било по силите на Хилберт през 1915 и дори го сравняват с пресмятането на милиардния десетичен знак на числото π .

[CRS] L. Corry, J. Renn, J. Stachel, Belated decision of the Einstein-Hilbert priority dispute, *Science* **278** (1997) 1270-1273.

[CRS04] L. Corry, J. Renn, J. Stachel, Response to F. Wintenberg, „On ‘Belated decision in the Einstein-Hilbert priority dispute’ published by L. Corry, J. Renn, J. Stachel“, announced in a „Retraction Notice“, *Z. Naturforsch.* **58A** (2004) 1004.

[D] M.J. Duff, The theory formerly known as strings, *Scientific American*, February 1998, 64-69.

[EG] J. Earman, C. Glymour, Einstein and Hilbert: Two months in the history of general relativity, *Arch. Hist. Exact Sci.* **19** (1978) 291-308.

[E07] A. Einstein, Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen, *Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik* **4** (1907) 411-462 (руски превод: О принципе относительности и его следствия, в: А. Эйнштейн, *Собрание научных трудов (СНТ)*¹³, 1 Работы по теории относительности 1905-1920, „Наука“, Москва 1965, с. 65-112).

[E11] A. Einstein, Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes, *Ann. Physik* **35** (1911) 898-908 (English transl. by M.D. Godfrey, On the influence of gravitation on the propagation of light (*on the web*); руски: О влиянии силы тяжести на распространение света, *СНТ* **1**, 165-174).

[E16] A. Einstein, Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie, *Ann. Physik* **49** (1916) 769-862 (руски превод: Основы общей теории относительности, *СНТ*, **1**, с. 432-504).

[E55] A. Einstein, Autobiographische Skizze, in: *Helle Zeit – Dunkle Zeit. In Memoriam Albert Einstein*, Carl Seelig, ed., Europa Verlag, Zürich, 1955 (руски превод: Автобиографические наброски, *СНТ*, **4**, „Наука“, Москва 1967, с. 350-356).

[EG14] A. Einstein, M. Grossmann, Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation, *Z. Math. und Phys.* **62** (1914) 225-261 (руски превод: Проект обобщенной теории относительности и теории тяготения, *СНТ*, **1**, с. 227-266).

[F] A. Fölsing, *Albert Einstein: A Biography*, Viking, N.Y. 1997.

[G] H. Goenner, *Einstein in Berlin 1914-1933*, C.H. Beck, München 2005.

[K] M.J. Klein, Einstein, specific heats, and early quantum theory, *Science* **148** (1965) 173-180.

[LMP] A.A. Logunov, M.A. Mesvirishvili, V.A. Petrov, How were the Hilbert-Einstein equations discovered? *Uspekhi Fiz. Nauk* **174** (2004) 663-678; arXiv: physics/0405075.

[M] Ю.И. Манин, Размышления об арифметической физике (1987), в: *Математика как метафора*, Изд. МЦНМО, Москва 2008, с. 209-218; *СФ* **33**:4 (2010) 399-403 и 443-453.

[M82] R. McCormmach, *Night Thoughts of a Classical Physicist*, Harvard Univ. Press, 1982.

[M84] H.A. Medicus, A comment on the relation between Einstein and Hilbert, *Am. J. Phys.* **52**:3 (1984) 206-208.

[M73] J. Mehra, Einstein, Hilbert and the theory of gravitation, in: *The Physicist's Conception of Nature*, ed. by J. Mehra, D. Reidel Publ., Dordrecht, Boston 1973, pp. 92-178.

[N] J. Norton, What was Einstein's principle of equivalence? pp. 5-47; How Einstein found

¹³ По-нататък цитираме преводите от този том само с това съкращение. Принстънското английско издание, цитирано например в [S11], започва да излиза в 1987, 22 години след руското, и по-трудно се намира у нас.

his field equations, 1912-1915, pp. 101-159, in: *Einstein and the History of General Relativity*, D. Howard, J. Stachel, eds., Einstein Studies, Vol. 1, Birkhäuser, Boston, Basel, Berlin 1989.

[P79] A. Pais, Einstein and quantum theory, *Rev. Mod. Phys.* **51**:4 (1979) 863-914.

[P] A. Pais, 'Subtle is the Lord ...', *The Science and the Life of Albert Einstein*, Clarendon Press, Oxford 1982; български превод: „Изкусен е Всевишният...“, Университетско Издателство „Св. Климент Охридски“, София 2004.

[Po] H. Poincaré, L'état actuel et l'avenir de la physique mathématique, *Bull. des Sci. Math.* **28** (1904) 302-324; The present and future of mathematical physics, *Bull. Amer. Math. Soc.* **37** (2000) 25-38.

[P85] L. Pyenson, *The Young Einstein, The Advent of Relativity*, Adam Hilger, Bristol, Boston 1985.

[R] C. Reid, *Hilbert*, Springer, Berlin et al. 1996.

[S] T. Sauer, The relativity of discovery: Hilbert's first note on the Foundations of Physics, *Arch. Hist. Exact Sci.*, **53** (1999) 529-575; arXiv:physics/9811050.

[S13] L. Smolin, *Time Reborn*, Allen Lane, Penguin Books 2013, 7: Quantum cosmology ... (76-88). [Som] K.P. Sommer, *Der Schatz auf dem Dachboden*, Briefe von Einstein, Planck, Born, Debye, Nernst, Sommerfeld, Ehrenfest, Weyl, Courant und Althoff an David Hilbert gefunden auf einem Göttinger Dachboden, Termessos Verlag (to be published).

[S11] N. Straumann, Einstein's 'Zürich notebook' and his journey to general relativity, *Annalen Phys.* **523** (2011) 488-500; arXiv:1106.0900.

[V] V.P. Vizgin, *Unified field theories in the first third of the XXth century*, transl. from Russian by J.Barbour, Birkhauser, Basel etc. 1994 (оригинално руско издание: „Наука“, Москва 1985).

[Виз] В.П. Визгин, Об открытии уравнений гравитационного поля Эйнштейном и Гильбертом (новые материалы), УФН (Успехи Физических Наук) **171**:8 (2001) 1347-1363 (English transl.: On the discovery of the gravitational field equations ..., *Physics-Uspekhi* **44** (2001) 1253-1298).

[ВизС] В.П. Визгин, Я.А. Смородинский, От принципа эквивалентности к уравнениям тяготения, УФН **128**:3 (1979) 393-434 (English transl.: From the equivalence principle to the equations of gravitation, *Sov. Phys. Usp.* **22** (1979) 489-513).

[W04] F. Winterberg, On „Belated decision in the Einstein-Hilbert priority dispute' published by L. Corry, J. Renn, J. Stachel“, *Z. Naturforsch.* **59A** (2004) 715-719.

[W] E. Witten, Magic, mystery, and matrix, *Notices of the AMS* **45**:9 (1998) 1124-1129.

[W05] D. Wuensch, „zwei wirkliche Kerle“ *Neues zur Entdeckung der Gravitationsgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie durch Albert Einstein und David Hilbert*, Termessos, Göttingen 2005.

[Y] B.H. Yandell, *The Honors Class: Hilbert Problems and Their Solvers*, A. Peters, Natik, MA 2002.

ТАЙНИТЕ НА СЛЪНЧЕВИЯ ВЯТЪР

И. С. Веселовски

Вероятно всеки от нас някога с увлечение е рисувал руменото лъчисто лице на Слънцето. Наивната детска рисунка правилно предава общото впечатление от това „как духа Слънцето“. Обаче много от детайлите на тази картина и до днес все още не са нарисувани, скрити са от наблюдателите и са неизвестни не само на децата, но и на възрастните. Нашето светило постоянно „диша“, а понякога и „киха“, сякаш е живо. А неговото обкръжение, в това число Земята и животът върху нея, тънко усеща причудливото дихание на Слънцето, забелязвайки го понякога, а понякога – не. Това слънчево дишане определя „космическото време“¹.

Интересното е, че сегашното Слънце „умее“ да прави упражнения по „издишане“ с различна продължителност – от часове до много години. Обаче то сякаш не може нито за минута „да задържи напълно дишането си“ или да „вдишва“. Някога, много-много отдавна, всичко е било иначе – младото и растящо Слънце още се е изграждало и активно е вдишвало междузвездния газ заедно с праха. Какво е било това дишане – сега можем само да гадаем. А какво имаме днес?

Удивителното „дишане“ на Слънцето

Преминавайки от образните аналогии към по-строги научни категории, да напомним, че цялата Слънчева система на разстояние до около 100 АЕ от центъра е запълнена с плазма, непрекъснато изтичаща от Слънцето – това, което наричаме слънчев вятър. Той е съставен главно от протони и електрони, но се срещат и йони на хелия, и високоионизирани йони на кислорода, силиция, сярата, желязото и на други елементи. Средната скорост на слънчевия вятър при земната орбита е около 400 km/s, плътността на протоните е $5-7 \text{ cm}^{-3}$, температурата е $\sim 10^5 \text{ K}$. При такава скорост разстоянието от Слънцето до Земята се преодолява за четири дни. От обширните коронални дупки винаги духа по-бърз, по-разреден и по-горещ слънчев вятър с типична скорост 700-800 km/s, който покрива това разстояние за по-кратко време. От Слънцето постоянно изтичат потоци вещество във вид на напълно йонизирана водородно-хелиева плазма с примеси от други йони, които постепенно се разсейват в междупланетното пространство. Там те съществуват месеци и години в рамките на много околоосни обороти на Слънцето, образувайки причудливо изменяща се спираловидна рисунка, напомняща струи вода, изтичащи от въртящ се маркуч. Само че в този случай струите са значително по-широки. Слънчевият вятър и неговата променливост свидетелстват за отсъствието на механично и термодинамично равновесие на Слънцето.

Понякога бърз вятър може да възникне и на други места на Слънцето – при мощните коронални масови изригвания той се движи даже с още по-голяма скорост и се усилва няколко пъти само за няколко часа. Тези нараствания стават толкова силни и резки, че възникват и се разпространяват ударни вълни, пробягващи цялата хелио-

сфера². До Земята такъв удар достига за денонощие, в много редки случаи даже за 12 часа, а до границата на хелиосферата – за няколко месеца.

Основен двигател на бързия вятър, ускоряващ движението на плазмата и изхвърлящ го срещу силата на тежестта във външните слоеве на слънчевата атмосфера, са магнитните сили, макар доскоро изследователите да мислеха, че главна роля играе нагряването на короната и газовото налягане подобно на процесите в обикновен реактивен двигател. Оказа се обаче, че газовото налягане в слънчевата корона като цяло е по-слабо от магнитното напрежение. При тези условия силата на Ампер ускорява движението на плазмата значително по-ефективно от газодинамичното налягане.

Как и защо духа слънчевият вятър са увлекателни и важни въпроси на съвременната астрофизика и на космическата физика. Доколко сме успели да напреднем в решаването им?

Загадки без отгатване

Че Слънцето от време на време „киха“ хората са разбрали много преди да се досетят за неговото непрестанно, бавно и плавно „дишане“. Доскоро този процес въобще не е бил забелязван или не му се е обръщало внимание. Най-първите „улики“ за забележимо присъствие на постоянен поток от слънчева плазма са установени от Л. Бирман и неговите колеги през 40-те години при изучаването на плазмените опашки на кометите. Пак тогава немските изследователи въвеждат и словосъчетанието „слънчев вятър“³. А днес по целия свят учените изучават как са устроени „дихателните органи“ на Слънцето и как работят те.

Произходът на бавния слънчев вятър и до днес не е установен. При орбитата на Земята неговата скорост практически никога не пада под 200-300 km/s, оставайки по-висока от скоростта на звука и от алфвеновата скорост⁴, всяка от които обикновено е от порядъка на няколко десетки километра в секунда. Не е напълно ясна тази долна граница на скоростта на слънчевия вятър, както и самият факт, че постоянно съществува поток навън без възвратни течения в хелиосферата. Също така не е известно кога въобще той е възникнал в еволюционната скала на времето, сменяйки процеса на натрупване на вещество при образуването на нашата звезда с изхвърляне на вещество обратно в междувездното пространство, и как е станало това. За нашето Слънце загубата на маса, обусловена от слънчевия вятър, е много по-малка от загубите на неговата маса на покой заедно с излъчваната бяла светлина (т.е. непрекъснатото излъчване във видимия спектър – *бел. ред.*). Обаче потоците на импулсите са сравними. Случайно ли е това съвпадение? Има и друг неясен въпрос: каква е ролята на подфотосферните процеси при дълговременните изменения на параметрите на слънчевия вятър?

Слънчевият вятър е силно променлив, но се наблюдава навсякъде и винаги в хелиосферата като свръхмагнитозвуков поток поне до срещата му с някакво забавящо го препятствие – било то планета, комета, астероид или междувездна среда. Потоците слънчев вятър са насочени приблизително радиално настрани от нашето светило. Ние вече сме привикнали с тези основни характеристики на слънчевия вятър и с

представите за изтичането на плазма, натрупани главно през космическата ера. Почти половин век преки измервания в космоса са дали огромно количество информация с добре изучени статистически свойства, създадени са теории и модели, но и до днес не си даваме докрай сметка защо нещата стават именно така, а не иначе.

Физичните представи за слънчевия вятър и неговата променливост напоследък забележимо се разшириха и трансформираха [1-3]. Нека разгледаме няколко исторически и съвременни епизода от борбата на идеи при разкриването на тези тайни на природата.

В търсене на истината

Историята на изследванията в областта на слънчевия вятър и слънчево-земната физика е пълна със забавни курйози. Първите в света непосредствени наблюдения на плазмата от слънчевия вятър в междупланетното пространство са получени от К.И. Грингхауз и сътрудници с първите съветски ракети, изстреляни към Луната през 1959 г. Известният съветски астрофизик И.С. Шкловски, поканен от Грингхауз за интерпретация на тези резултати, рязко критикува в своята книга [4] теоретичните представи за перманентно свръхзвуково разширение на слънчевата корона, като ги счита за следствие от теоретични грешки. Но се заблуждава не само той. Големият английски геофизик С.Чапмън, който въвежда в научна употреба термина „геомагнетизъм“, още през 20-те години на миналия век схваща правилно и пръв пресмята спиралната картина на потоците вещество от въртящото се Слънце, но същевременно настоява, че слънчевата корона като цяло е статична. Към тази гледна точка се придържат и много други видни специалисти, които развиват теоретични модели на статичната корона, като ги екстраполират доста далеч от Слънцето – чак до земната орбита и след нея. Това била сериозна физична грешка, която задържа развитието на правилните представи, макар че „истината“ е била вече известна на някои не толкова видни учени.

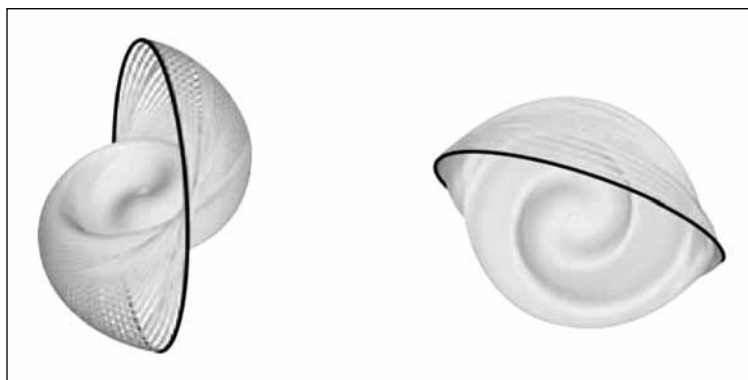
Научните спорове не затихват още много години, даже когато вече огромно количество факти (преди всичко наблюденията на кометните опашки, на вариациите на галактичните космически лъчи, на геомагнитните смущения и преките измервания в междупланетното пространство) свидетелстваха за обратното – за перманентния и динамичен характер на движенията във външната корона и в междупланетната плазма, която се явява нейно продължение във вид на слънчев вятър. Основната маса учени повярваха в постоянното съществуване на слънчевия вятър и в отсъствието на статичен газ в междупланетното пространство едва в началото на 60-те години – след като американската космическа сонда „Mariner-2“ измерваше в продължение на няколко месеца по пътя си от Земята към Венера скоростта, плътността и температурата на плазмата, както и магнитното поле. Превратът в масовото съзнание настъпи практически мигновено, след година-две изведнъж всички заговориха за „слънчевия вятър“.

Но и тук не мина без курйози. В своята първа публикация в престижно физично списание американските изследователи заявиха, че те са регистрирали с „Mariner-2“ галактическото магнитно поле. Днес знаем, че измереното от тях магнитно поле съвсем

не е галактическо, а се създава от електричните токове в хелиосферата и зависи силно от връзките със Слънцето, променяйки се с неговата активност. Това поле се нарича междупланетно. При орбитата на Земята то е средно няколко нанотесла. Главният и най-мощен хелиосферен електричен ток, създаващ това поле, е съсредоточен в тънък токов слой, чиято повърхност има сложна форма на двойна спирала, въртяща се заедно със Слънцето около оста му, и обръщащо се перпендикулярно към тази ос заедно с общото магнитно поле.

Магнитните метаморфози на хелиосферата

На фиг.1 са представени кадри от кинофилм, илюстриращ общата картина на въртене и изменение на наклона на хелиосферния токов слой така, както си го представяме днес. Слънцето заедно с наклонения токов слой се върти равномерно около оста си с период около 27 дни. „Прекатурването“ на диполното поле на Слънцето и цялата картина в перпендикулярно направление протича за 22 години – това е т.нар. магнитен цикъл на Хейл. Процесът на смяна на полюсите на общото поле протича бавно в годините на минимална и ниска активност, когато магнитната ос на Слънцето е близка до оста на неговото въртене. След това отклонението се увеличава и променя все по-бързо, магнитната ос флукутира силно, преминавайки през равнината на слънчевия екватор по време на максимума на активност, и наново заема по-устойчиво положение за няколко години, но с противоположна ориентация на полето през следващия минимум на активност. Пълният магнитен цикъл на Слънцето трае 22 години и обхваща два 11-годишни цикъла на слънчева активност по брой на слънчеви петна (11-годишните цикли на Швабе – *бел.ред.*). Магнитната структура в областта на формиране на слънчевия вятър оставя своя отпечатък във вид на квазистационарни и транзитни (преходни) потоци в хелиосферата. Едни от тях преобладават при спокойно Слънце, други – при активно.



Фиг. 1. Форма на хелиосферния токов слой в модела на бърза смяна на полюсите [5]. Вляво и вдясно е показан видът му съответно отстрани и отгоре.

Хелиосферният токов слой разделя цялото околослънчево пространство на положителни и отрицателни сектори според знака на радиалното магнитно поле в тях. Той „поддържа и организира“ тримерната картина на течението и магнитните полета в несмутено състояние. Електричните токове текат по тази повърх-

ност отначало подобно на тънък кръгов ток по хиперболична спирала, извършваща многобройни обороти около Слънцето, а след това на големи разстояния зад орбитата на Земята стават радиални. Нека подчертаем още веднъж, че околослънчевото и междупланетното пространство съвсем не е празно. Високоскоростни потоци от слънчев вятър винаги съществуват около магнитните полюси на Слънцето, чиято мощност и положение се менят с активността на Слънцето, а бавният вятър е съсредоточен близо до екватора. Благодарение на това ние виждаме 27-дневната и 11-годишната периодичност на слънчевия вятър в хелиосферата, а през 1999 г. при последната смяна на полюсите отчетливо се забелязва мощен поток от единствената обширна околополярна коронална дупка, обхващаща единия от магнитните полюси, който по това време се намираще около слънчевия екватор. Другият магнитен полюс на Слънцето изобщо липсваше поради големия квадруполен момент по това време. Много в тази картина и в тримерната структура на хелиосферата изясниха измерванията, проведени извън плоскостта на еклиптиката с космическия апарат „Ulysses“ (Одисей). А за галактичното магнитно поле в близката околност на Слънцето засега съществуват само хипотетични и косвени сведения, въпреки че бяха проведени измервания с няколко космически сонди на огромни разстояния – от порядъка на стотици астрономически единици от Слънцето⁵. Тези сведения се уточняват постоянно при изследванията на външните области на хелиосферата, която първи „усещат“ влиянието на Галактиката.

Мимоходом нека отбележим още един интересен исторически парадокс. Магнитосферата на Земята⁶, представата за която първи въведоха С.Чапмън и Ю.Бартел в средата на 30-те години на миналия век като за транзитно образуване, обясняващо геомагнитните бури, се оказа, както сега разбираме, перманентен феномен, както и самите корпускулярни потоци от Слънцето. Размисляйки за постиженията и грешките на изследователите, можем да достигнем до по-задълбочено разбиране на природните явления и на нашата способност да не се отнасяме толкова строго към смяната на „непримиримите“ парадигми и образи в науката, а защо не и в живота.

Взривове и гъбовидни облаци

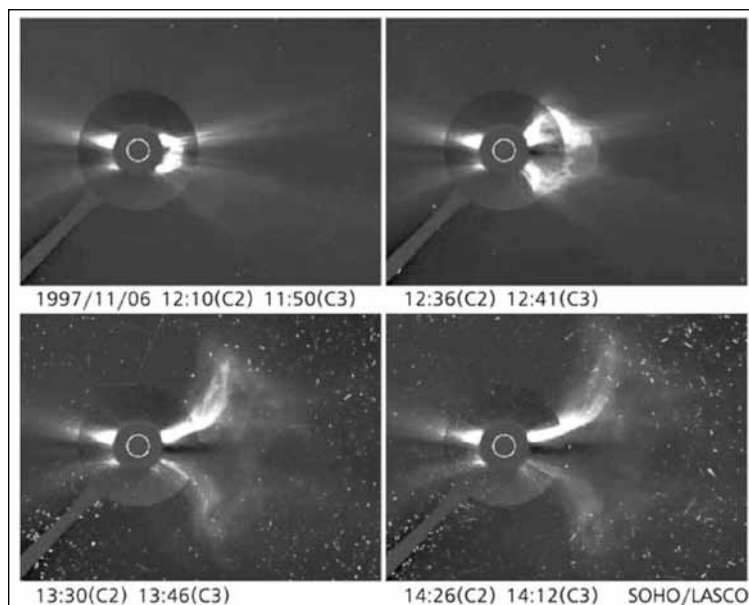
Още от древността човек се е интересувал от влиянието на Слънцето върху земните процеси. Днес изследователите се опитват да опознаят природата на бързо движещите се облаци в атмосферата на най-близката до нас звезда. Тези облаци възникват при взривни процеси и могат да се разпространяват в хелиосферата.

Ерупционните процеси при силни слънчеви изригвания и коронални изхвърляния на маса често са съпроводени с навлизането на това вещество в междупланетното пространство. В този случай скоростта на слънчевия вятър може да надхвърли 2 000 km/s, затова изхвърленото вещество заедно с носените от нея доста силни магнитни полета достига до Земята понякога за половин денонощие и причинява редица смущения в околоземното космично пространство и на самата повърхност на Земята. Най-добре изучените последствия са йоносферните и геомагнитни бури.

За първи път слънчево изригване е било описано в научната литература след

наблюдение на уникални по своята сила събития на Слънцето на 1 септември 1859 г., когато то е било забелязано независимо един от друг от английските наблюдатели Р.Керингтън и П.Ходжсън на изображения на Слънцето в бяла светлина⁷. По това време обаче все още не е имало достатъчно пълни и точни представи за слънчевия вятър, които се формират едва след столетие. Не е била ясна и връзката на появилата близо 12 часа след това силна геомагнитна буря с въпросното изригване. Затова в своето съобщение английският наблюдател Керингтън много внимателно отбелязва по този повод: „една лястовица пролет не прави“. Известният английски физик лорд Келвин категорично отхвърля изобщо възможността за съществуване на причинно-следствена връзка между събитията на Слънцето и геомагнитните бури. Той се основавал на грешни оценки и на тогавашните представи, че около Слънцето е празно, и че всички електрични токове не могат да излизат извън неговите предели. Днес знаем, че това не така.

Образуването на гъбовиден облак след силен взрив в земната атмосфера е добре известно и всестранно изучено изкуствено явление. Нещо подобно става и в естествени условия, когато бързо издигащ се и нарастващ буреносен облак или облак от вулканичен взрив приема формата на наковалня. Независимо от произхода на облака в атмосферата, такава сплесната отгоре форма възниква по много проста причина: поради силното забавящо действие на околния газ. Сходни явления се наблюдават и на Слънцето.



Фиг.2. Коронални изхвърляния на маса във вид на разширяващи се гъбовидни облаци. Кадри от филми, заснети с коронографите LASCO C2 и C3 на космическия апарат SOHO.

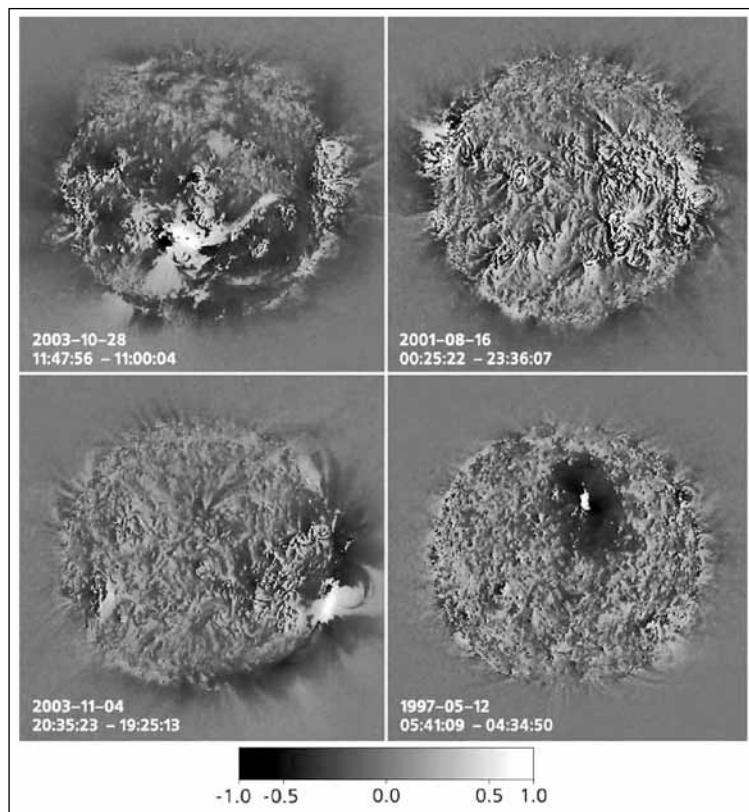
Важната разлика тук е в това, че движещите сили на такива взривове на Слънцето имат съвсем друга физична природа, а забавянето или ускоряването на плазмените облаци в движещия се слънчев вятър не могат да се забележат толкова лесно. Това стана възможно едва през последните години. Сложният произход на съответните явления, тяхната магнитохидродинамична и кинетична природа сега щателно се изучават. Без съмнение, най-мощните

взривове и най-силните коронални изхвърляния на маса се пораждат от процеси, протичащи в самите недра, т.е. под видимата повърхност на Слънцето. Затова тяхната подготвителна фаза и началното им развитие са скрити за преки наблюдения, а проследяването им е възможно само с методите на хелиосеизмологията⁸, която едва сега започва успешно да се развива. На слънчевата повърхност, в неговата фотосфера и хромосфера, както и в преходния слой към короната, се наблюдават сложни и разнообразни съпътстващи явления-предвестници. Може би скоро ще се научим да ги използваме по-добре за прогнозиране.

Короналните изхвърляния на маса в зрителното поле на коронографите или радиохелиографите се появяват на някаква височина в короната като че ли от нищото. Но това е само илюзия. Те бързо нарастват, разширяват се на всички страни, техните куполообразни или дъгообразни върхове се издигат в зрителното поле на коронографите и се разнасят в междупланетното пространство заедно с потоците слънчев вятър, понякога изпреварвайки ги, а друг път изоставайки от тях. Масата на такъв облак може да надхвърли 10 15 g. Скоростта му може да достигне (а понякога и да надхвърли) 1-2 хиляди km/s и затова движението му често е съпроводено с ударни вълни и ускоряване на частиците. Температурата в облака е нееднородна, някои от участъците му са нагreti до коронална температура, измервана с милиони градуси, а други могат да съдържат и 100 пъти по-хладното и плътно вещество на слънчевите протуберанси. Такива хладни „уплътнения“ не успяват да се загреят и да достигнат термодинамично равновесие при бързото си движение през короналната среда с температура от милиони градуси. По състава си това е същата плазма като в слънчевия вятър. При това хелият, който се среща по-често, отколкото другите елементи (без да броим водорода), може да йонизиран двукратно или еднократно, давайки прекрасен „термометър“ в ръцете на изследователите.

Постоянното наблюдение от космоса на линиите на ултравиолетовото излъчване на Слънцето и с коронографи в бяла светлина позволи да се създаде огромен архив кинофилми и да се осмислят по съвършено нов начин физичните процеси по време на слънчевите изригвания и короналните изхвърляния на маса. Ако по-рано течаха дискусии за „първичността“ или „вторичността“ на едното или другото от тези явления, то сега стана ясно, че и двете са просто „паралелни“ канали за отделяне на свободната енергия във вид на електромагнитно излъчване и чрез движение на плазмата. Относителната част на едното или другото се характеризира с определен безразмерен параметър, който може да има съответно по-малка или по-голяма стойност в различните случаи. Другият важен извод е, че разглеждането на короналните изхвърляния на маса и слънчевия вятър поотделно има само ограничен смисъл и не винаги е оправдано.

Важно постижение бе установяването на глобални изхвърляния на вещество, обхващащи в мястото на своето развитие в слънчевата корона не само една активна област, а няколко такива, понякога намиращи се в различни полусфери, та чак до целия видим диск. Ето как изглеждат най-мощните и обширни явления на Слънцето, обхващащи целия диск (вж. фиг.3, горе вляво) в сравнение с по-слабите и компактни (долу вдясно).



Фиг.3. Коронални изхвърляния на маса. Те се виждат добре като тъмни образувания в разликата между рентгеновите и ултравиолетовите изображения както на лимба, така и на диска. При мощни събития те могат да имат глобален характер, обхващащ едновременно две-три активни области или повече от половината на Слънцето [6].

останалите случаи ние не винаги имаме 100 % увереност, а понякога даже грешим със своите изводи за геометричната форма на разглежданите предмети, особено ако не ги познаваме добре или въобще не сме ги виждали преди това. Понякога, даже и когато сме ги срещали, все пак могат да възникнат лъжливи илюзии и неверни картини. Впрочем, това умело е било използвано от някои изтъкнати художници на Средновековието.

При изпълнението на мисията STEREO за пръв път бяха получени стереоскопични изображения и кинофилми на движението на облаци в Слънцето и в слънчевия вятър, които позволиха да уточним представите си за голямото разнообразие на геометричните им форми.

Слънчевият вятър и короналните изхвърляния на маса не могат да бъдат достатъчно добре разбрани отделно от другите прояви на слънчевата активност. Сега продължават успешно да работят слънчевата и хелиосферна обсерватория SOHO и ред други

Стереоскопичен поглед в бъдещето

На 25 октомври 2006 г. в рамките на космическата мисия STEREO на NASA бяха изведени в орбита два спътника с идентично оборудване, в това число коронографи и телескопи. Тяхната задача беше да се провеждат наблюдения на Слънцето и на обкръжаващата го вътрешна хелиосфера едновременно от две различни точки на земната орбита (фиг.4).

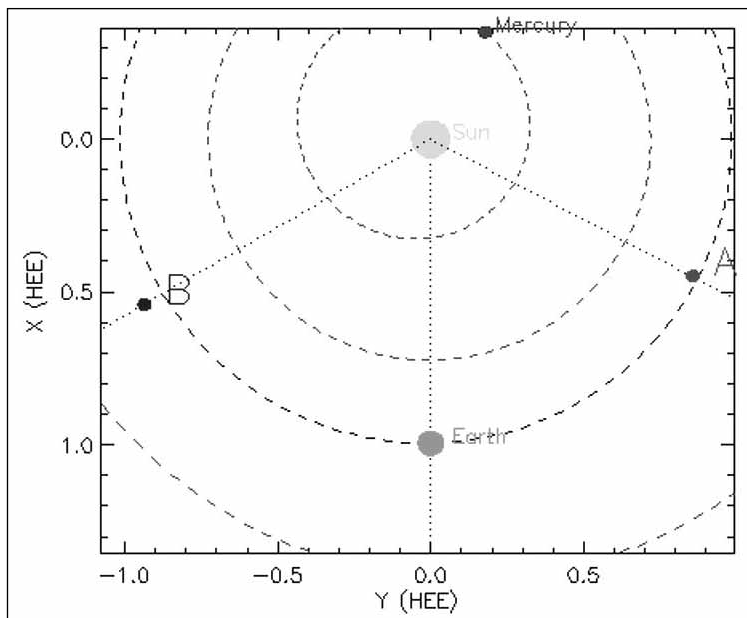
Ние гледаме света с двете си очи по подобен начин – под различни зрителни ъгли и пресъздаваме тримерния образ на околното обемно пространство. Най-добре това ни се отдава за обекти на разстояние 25 cm от нашия нос, а в

космически апарати и спътници, създадени за по-детайлното изследване на слънчевата и хелиосферната активност. Много интересни резултати в това отношение дадоха руските изкуствени спътници на Земята от серията „Коронас“. Последният от тях беше изстрелян през 2009 г. и е насочен за детайлното изследване на най-бързо протичащите процеси. Тази година се оказа уникална по отношение на спокойствието на Слънцето и в хелиосферата, което позволи получаването на ценна научна информация за най-слабите избухвания

(тя сега се обработва). На 11 февруари 2010 г. в САЩ беше изведена в орбита около Земята новата „Динамична слънчева обсерватория“ SDO (Solar Dynamics Observatory) с усъвършенствана апаратура за изследване влиянието на Слънцето върху Земята и околоземното пространство. Събирането на нови данни продължава.

Тук не успяхме да се докоснем до множество интересни и важни въпроси. Само ще споменем някои от тях. Преди всичко, защо днешното Слънце преимуществено отдава своето вещество, а не го получава от междузвездния газ? „Помпите“ и двигателите на веществото биха могли да работят и в обратна посока, продължавайки да всмукват вещество от междузвездната среда към Слънцето. Такава възможност не противоречи на никакви закони на физиката. Нещо повече, имаме основание да предполагаме, че в природата тя се реализира за други звездни обекти.

Това, че теорията не изключва подобни варианти, беше за пръв път показано през 1952 г. от английския астрофизик Х.Бонди, развиващ предсказанията на Ф.Хойл за акреция на вещество върху звезди от типа на Слънцето. Тогава даже се мислеше, че с този механизъм може да се обясни и нагряването на слънчевата корона. Наистина, скоростта на свободното падане на повърхността на Слънцето е 617.7 km/s, което е напълно достатъчно за това.



Фиг.4. Разположение на космическите апарати STEREO A и B спрямо Слънцето и Земята, каквото е било на 25 октомври 2009 г., т.е. три години след тяхното извеждане в орбита. С времето ъгълът на зрение към Слънцето ще продължава да се увеличава (вж. <http://stereo-ssc.nascom.nasa.gov/where/>). X,Y са осите на слънчево-земната еклиптична координатна система (HEE).

Но в действителност, вместо да пада върху Слънцето, плазмата във външната корона на разстояние няколко слънчеви радиуса излита от него приблизително със същата скорост. Особено внимание на възможността за свръхзвуково изтичане в чисто теоретичен план обръща през 1957 г. младият тогава американски астрофизик Ю.Паркър в рамките на същия идеализиран математичен модел, явно без да съзнава, че това е същият политропен модел, създаден от Бонди. Решението за скоростта и в двата модела се различава само по знак, както в добре известното от гимназиалния курс квадратно уравнение. Въпросът кое решение да се вземе – това със знак плюс или минус, решава физиката (природата), а не математиката. Неслучайно „физика“ или „природа“ в гръцкия език са думи с един и същи корен. Каква е в крайна сметка тази природа? Достатъчно пълен отговор на този главен въпрос засега няма. Той може да бъде получен само след нови изследвания.

Природата е щедра и разнообразна. Не е изключено да бъдат открити единични звезди от типа на Слънцето „свс знак плюс или минус“ чрез наблюдения на доплеровото отместване в линиите на йони в ултравиолетовия диапазон. Напълно допустими са и по-сложни обекти с променлив знак на скоростта над различни участъци от повърхността им или във времето. Понастоящем има само някои първи измервания в крилата на линията Лайман-алфа на атомарния водород, предстои те да се осмислят и интерпретират правилно в моделните представи, които от своя страна не са напълно изчерпателни и еднозначни за всички видове звезди. Тогава в отговор на традиционния за специалистите въпрос защо духа слънчевият вятър, се налага да си спомним забравени разсъждения. Не само за необходимите гранични условия за стационарно изтичане – високо налягане на горещия газ в короната и ниско налягане на хладния разреден междузвезден газ в близката до нас междузвездна околност (т.е. за мигновените стойности), но и за принципно нестационарната и еволюционно обусловена природа на изтичането на слънчевия вятър.

Да изброим още няколко проблема, които чакат решение. Какво е съотношението между правите и обратни каскади на енергията от големите нееднородности и свързаните с тях продължителни процеси към малките и бързи пространствено-времени събития на Слънцето и в хелиосферата? Как протича взаимодействието на слънчевия вятър с междузвездната среда? Каква роля играе законът за запазване на ъгловия момент в еволюцията на слънчевия вятър? Как все пак се нагрява слънчевата корона „като цяло“ и как се ускорява слънчевият вятър, толкова разнообразен в свойствата си? Кои от многобройните предложени механизми за нагряване и ускоряване на слънчевата плазма са главните?

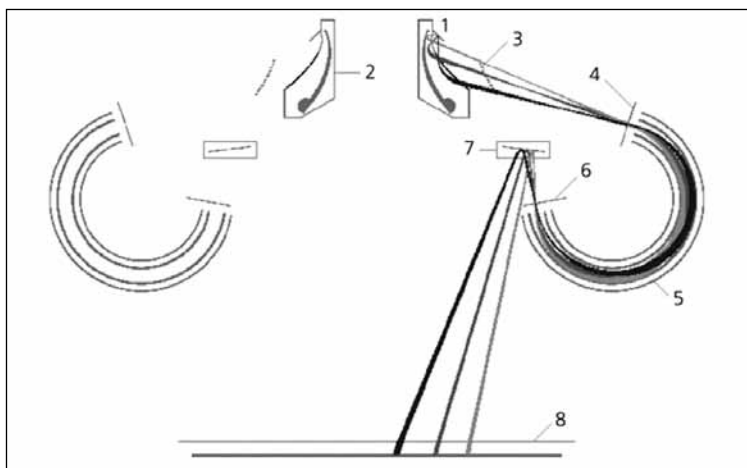
И накрая, защо в слънчевия вятър при многогодишните измервания на неговия състав с уреди на космически апарати никога не е наблюдавано обогатяване с хелий повече от 30-40% спрямо протоните при средно съдържание от 4-5%? Кое пречи това да се случва? Явно този факт е свързан с някакво регулиращо действие и преобладаване на процесите на турбулентно смесване над процесите на електромагнитна, дифузионна или гравитационна сепарация по състав. Наложителността от построяване на

нови, по-адекватни модели на формиране на слънчевия вятър и неговия йонен състав в турбосферата⁹ около Слънцето днес е очевидна. Не по-малко очевидна е и необходимостта от допълнителни експериментални данни.

По-близо до Слънцето

Мечтата да се изпрати космическа сонда в короната на Слънцето за изследване на протичащите там физични процеси се появи преди близо половин век. Обсъждаха се няколко варианта за облитане на Слънцето по полярна, наклонена или екваториална орбита около Слънцето на разстояние поне 10 слънчеви радиуса. Това би позволило разгадаването на много от тайните, споменати в предните абзаци на този текст, както и за пръв път да се изпълнят множество други интересни изследвания в близост до нашата звезда (впрочем, на разстояние 4 слънчеви радиуса всички материали биха се превърнали в пара). Такъв престижен, но технически много сложен и скъпоструващ проект и до ден днешен не е осъществен. Понастоящем в NASA той е известен под името „Solar Probe Plus“. За него засега е избрана схемата за многократни, но кратковременни сближавания със Слънцето по сложна траектория на полета с последователно заобикаляне на Венера в продължение на няколко години. Ключов за успеха на мисията ще бъде изборът на сложната апаратура със съответните характеристики. В дадения случай една от най-важните характеристики е бързото провеждане на измерванията, защото най-интересните участъци при приближаването ще могат да се наблюдават само няколко десетки часа поради огромната скорост на движение на апарата близо до Слънцето. Ако измервателните уреди работят бавно, всички данни ще се размият.

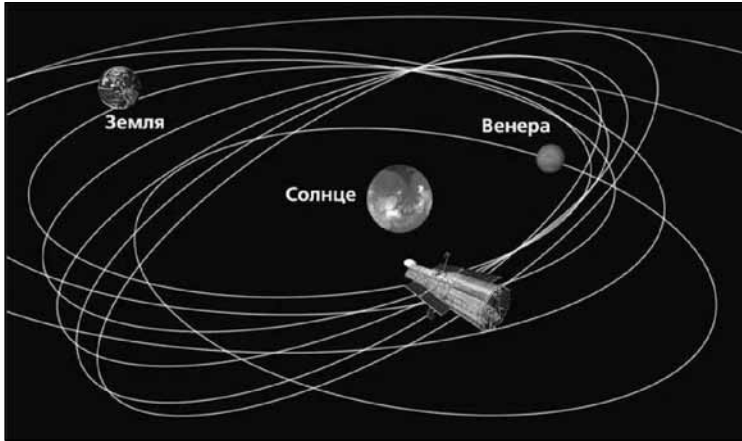
Руските учени и инженери биха могли да внесат забележим принос при реализацията на този проект, основавайки се на своя богат теоретичен и практически опит. В Института за космически изследвания при Руската академия на науките съществуват разработки за провеж-



Фиг.5. Принципна схема на тородиалния електростатичен анализатор на йони. 1 – входен прозорец на йонния анализатор; 2 – първично огледало; 3 – врата; 4 – диафрагма; 5 – йонен електростатичен анализатор; 6 – диафрагма; 7 – огледало; 8 – детектор на йони (микроканална пластина).

Показани са траекториите на три снопа йони, влизащи в уреда под различни полярни ъгли: 0°, 45° и 90°. Ширината на енергичния интервал на йоните е ~ 10%.

дане на сигурни и бързи плазмени измервания в космоса и са постигнати съществени успехи при тяхното осъществяване. Под ръководството на професор О.Л.Вайсберг е създаден прототип на електростатичен анализатор на йони, приложим за дадения случай (фиг. 5). Най-привлекателната и оригинална особеност, отличаваща я от други чуждестранни аналози, е възможността за едновременен панорамен обзор на потока от плазмени частици с различни енергии в широк пространствен ъгъл, и не по-бавното им сканиране чрез превключване.



Фиг.6. Руският проект „Интергелиозонд“. Апаратът ще се движи около Слънцето чрез множество гравитационни маневри около Венера за излизане от равнината на еклиптиката и постепенно увеличаване на наклона на орбитата. Максималното приближаване до Слънцето е до хелиосинхронната зона на около 30 слънчеви радиуса.

по-евтини, но могат също да дадат уникална информация благодарение на наклона на орбитите, другия състав на апаратурата и по-благоприятните условия за работа, понеже става дума за области, не толкова близки до Слънцето като при „Solar Probe“, а за района на хелиосинхронната зона (около 30 слънчеви радиуса). Засега най-близките до Слънцето участъци от хелиосферата са посещавани от двата специално създадени за тази цел европейски космически апарата „Helios“ в средата на 70-те години само до разстояние ~ 0.3 AU (около 60 слънчеви радиуса) [1].

Светът в хелиосинхронния пояс

Хелиосинхронният пояс представлява сферична обвивка около Слънцето, разположена на разстояние около 30 негови радиуса, с дебелина няколко такива радиуса. Тук и още по-близо до Слънцето се намира много интересна област, за която засега не знаем толкова, колкото бихме искали и колкото се изисква за по-доброто разбиране на слънчево-земната физика. Космическите тела, движещи се по кръгова орбита около Слънцето в хелиосинхронния пояс, могат дълго да „висят“ над една и съща точка от

Планират се и се разработват и други интересни проекти, свързани с проникването по-близо до Слънцето за изследване на онези участъци от вътрешната хелиосфера, които не са били посещавани от космически апарати. В Русия това е „Интергелиозонд“ (ръководители на проекта са акад. Л.М.Зельони, ИКИ РАН, и д.ф.м.н. В.Д.Кузнецов, ИЗМИРАН – фиг.6), а в Европа – „Solar Orbiter“, има и други. Тези проекти са

слънчевата повърхност. Това поведение е аналогично на по-известното на публиката геосинхронно движение, което умело се използва на Земята. Спътник на Земята, намиращ се на разстояние около 36 хиляди km, се върти заедно с нея със същата ъглова скорост и „вижда“ под себе си едни и същи участъци от повърхността на планетата. Сега геосинхронната орбита е плътно населена със спътници за връзка, ретранслатори на телевизионни програми за определени региони и пр.

Хелиосинхронното движение по кръгова орбита също е привлекателно за дълговременни и непрекъснати наблюдения на едни и същи обекти на Слънцето. Това би било много интересно и полезно за изследване на раждането и еволюцията на активните области, короналните дупки, протуберансите, различните вълни и движения. От такива наблюдения се нуждае и хелиосеизмологията. Засега обаче учените са лишени от такава възможност. Да се реализира подобна схема в пълните си размери е трудно поради голямата техническа сложност, но приближаването към желаното е възможно.

Една от разликите между Слънцето и Земята е, че то не е твърдо, а газообразно. Екваториалните участъци от повърхността му се въртят около слънчевата ос по-бързо, отколкото полярните. Един оборот трае на екватора около 25 денонощия, а на високите хелиографски ширини е с няколко денонощия по-дълъг. Именно затова говорим за хелиосинхронен пояс около Слънцето, а не само за една орбита, какъвто е случаят с геосинхронната орбита около твърдата Земя.

При излизането на космическия апарат от хелиосинхронна орбита може да се случи много интересно явление: двойно пресичане на един и същ коронален лъч, въртящ се заедно със Слънцето. Отначало апаратът ще „догони“ и пресече този лъч на малко разстояние от Слънцето вътре в зоната, а след това самият въртящ се лъч ще „догони“ апарата и ще имаме второ пресичане – извън зоната и в обратна посока. Възможно е по такъв начин „два пъти да влезем в една и съща вода“ и така да проследим радиалните движения и другите промени на плазмата в пространството и времето.

Не е изключено радиалните лъчи в короната на Слънцето, видими на коронографските изображения, да губят своята цялост именно в хелиосинхронния пояс, а може би някъде извън неговите предели – поради съвместното действие на въртенето, магнитните сили и други фактори. Сега не знаем как става това, както не знаем и откъде се вземат резките скокове в плътността на слънчевия вятър при земната орбита. Те или идват от самото Слънце, или пък възникват някъде по пътя. Тези въпроси станаха особено актуални след измерванията със спътника „Интербол“. Дебелината на наблюдаваните плазмени фронтове се оказа много малка и съизмерима с ларморовия радиус на йоните, надвишавайки го само няколко пъти. При орбитата на Земята ларморовият радиус на топлинното движение на протоните в слънчевия вятър е от порядъка на няколко десетки километра. За да може подробно да се изследват такива фини детайли трябва много бързи плазмени измервания с рекордна скорост. В короната на Слънцето тези мащаби са значително по-малки поради по-високата напрегнатост на магнитното поле.

Когато се реализират подготвяните понастоящем космически мисии, ние веро-

ятно ще имаме нови открития и ще изградим нови теории. По-подробни сведения за съвременните постижения и проблеми при изследвания на слънчевия вятър може да се намерят в книгите [2,3] и от огромното количество текущи научни публикации и съобщения.

Превод: **Н. Ахабабян**

Източник: „Тайни слънечного ветра“, Природа №10 (1142) 2010

Бележки

1. Терминът „космическо време“ (space weather) се появява през 1990 г. и обхваща най-важните практически аспекти на слънчево-земните връзки, т.е. съвкупността от всички възможни взаимодействия между слънчевите и геофизичните явления. – бел.ред.

2. Хелиосфера се нарича тази област от околослънчевото пространство, в която слънчевият вятър се движи със свръхзвукова скорост спрямо Слънцето. Понякога под хелиосфера се подразбира и по-обширната област, заета от потоците вещество, изтичащо от Слънцето, независимо от това, че те вече са силно забавени от взаимодействието им с междувездната среда. – бел.авт.

3. Всъщност терминът се появява през 50-те години на миналия век. Може би първият, който предсказва съществуването на слънчевия вятър, е норвежецът Кристиан Биркеланд (Kristian Birkeland) през 1916 г. През 30-те години станало ясно, че температурата на слънчевата корона достига милиони градуси. В средата на 50-те години британският учен Сидни Чапмън (Sydney Chapman) определя свойствата на газа при такива температури и се изяснило, че газът става великолепен проводник на топлина, която той трябва да разсее в пространството зад орбитата на Земята. По същото време немският учен Лудвиг Бирман (Ludwig Biermann) обяснява защо кометните опашки винаги са насочени противоположно на Слънцето, постулирайки, че Слънцето изпуска постоянен поток частици, създаващи налягане върху газа около кометата, което води до появата на съответно насочена опашка. Малко след това американецът Юджийн Паркър (Eugene Parker) осъзнава, че топлината, изтичаща от Слънцето в модела на Чапмън, и кометните опашки, отвявани навън от Слънцето в хипотезата на Бирман, са резултат от едно и също явление, което той нарича „слънчев вятър“. Той разработва теорията за свръхзвуковия слънчев вятър и предсказва това, което сега наричаме паркерова спирална картина на слънчевото магнитно поле (спирала на Паркер). За тази картина стана дума и по-напред в текста. Тя е известна и като „ефект на градинския маркуч“, защото подобна картина описва водната струя, ако местим маркуча нагоре-надолу, въртейки се едновременно с това около оста си. При Слънцето ролята на водна струя играе слънчевият вятър. – бел.ред.

4. Алфвеновата скорост $V_A = B / \sqrt{4\pi\rho}$ се определя от магнитната индукция B и плътността на плазмата ρ . Скоростта на звука $c_s \sim \sqrt{T}$ зависи от температурата T . – бел.авт.

5. Такива разстояния още не са достигани от нито една космическа сонда. Най-отдалеченият космически апарат, построен от човек, е „Voyager 1“. В момента е на 126 АЕ от Земята. Той, заедно с „Voyager 2“, намиращ се на 103 АЕ от нас, сега пресича т.нар. хелиосферна мантия (heliosheath). Това е най-външният слой на хелиосферата, намиращ се зад граничната ударна вълна, където слънчевият вятър силно е намалил скоростта си заради налягането на

междувъзвездния газ. Очаква се „скоро“ двете сонди да пресекат хелиопаузата и да се озоват в междувъзвездното пространство. – бел.ред.

6. Магнитосфера – кухня в корпускулярния поток от Слънцето, в която не могат да проникнат частиците от слънчевия вятър, защото им пречи магнитното поле на Земята. – бел.авт.

7. Това първо изригване е и най-мощното, наблюдавано досега. То носи името „Слънчевата свръхбуря от 1859 г.“ или „събитието на Карингтън“ (Carrington Event). Това избухване е било видимо с невъоръжено око и съпровождащата го геомагнитна буря, също най-силната в историята, поражда полярни сияния на юг чак до Карибите и Хавай, и прекъсва работата на тогавашните телеграфни системи в Европа и Америка. Ако такова „свръхизбухване“ се случи сега, последствията за нашата силно електронизирана цивилизация ще са много по-тежки, а намиращите се в този момент в орбита космонавти рискуват да загубят живота си. – бел.ред.

8. Хелиосеизмологията е част от по-широкото понятие „астросеизмология“. Това е нова област от астрофизиката, в която се изследват структурата, състава и динамиката на слънчевите (звездните) недра чрез анализ на осцилациите, наблюдавани на повърхността на Слънцето (звездата). Много от доплеровите отмествания на фотосферните спектрални линии или от колебанията на блясъка се дължат на колебания в недрата на Слънцето (звездата). Формата и периодът на тези колебания зависят от температурата, плътността, химсъстава и движенията на веществото вътре в Слънцето (звездата) и са чувствителни индикатори за вътрешния строеж. Амплитудата на тези колебания е крайно малка: напр. съответните промени в радиуса и яркостта на Слънцето не превишават 0.001 %. При все това се регистрира широк спектър от колебания, които позволяват да надникнем във вътрешния строеж на Слънцето (звездите). – бел.ред.

9. В областта на образуване на слънчевия вятър до една условна граница, наричана „турбопауза“, преобладават хаотичните конвективни и вълнови движения на плазмата, а извън нея съществува сравнително подреден и регулярен плазмен поток, изтичащ навън от Слънцето. Тази област от слънчевата атмосфера (с не много ясни, доста променливи граници), ограничена отвън от турбопаузата, наричаме сфера на турбулентност или „турбосфера“ – бел. ред.

Литература

[1] Physics of the Inner Heliosphere. 1. Large Scale Phenomena. 2. Partices. Waves and Turbulence, Eds. R. Schewenn, E. Marsch, Berlin, 1990.

[2] Плазменная гелиогеофизика, том 1,2, под ред. Л. М. Зеленого и И. С. Веселовского, Москва, 2008.

[3] Модель космоса: Научно информационное издание, том 1: Физические условия в космическом пространстве, под ред. М.И.Панасюка и Л.С.Новикова, Москва, 2007.

[4] Шкловский И.С., Физика солнечной короны, Москва, 1962.

[5] Веселовский И.С., Жуков А.Н., Панасенко О.А., Астрономический вестник 2002, том 36, №1, 88-92.

[6] Zhukov A.N., Veselovsky I.S., Astrophysical Journal 2007, vol.664, №2, L131-L134.

Източник: Англ. Veselovsky I.S., Secrets of Solar Wind

МЕТОДИ ЗА ФОРМИРАНЕ НА ЛИПИДНИ ВЕЗИКУЛИ

С. Кирякова и Ю. Генова

Въведение

Поради структурната и организационната си сложност, за изучаването на физическите свойства на биологичните мембрани се налага въвеждането на моделни системи. Най-опростеният модел на биологичната мембрана е синтетичната липидна мембрана. Нейния състав може да бъде контролиран и променен, което дава възможност да се изучават различни свойства на биомембраните и да се изследва влиянието на разнообразни примесни молекули върху тези свойства.

Вследствие амфифилната си структура, липидните молекули в присъствието на вода се самоструктурират, като формират затворени образувания, наречени везикули (липозоми), при които липидната мембрана затваря част от суспензията във вътрешността си. В тези структури полярните (хидрофилни) глави са ориентирани към водата и по този начин се избягва енергетически неизгодният контакт с водата на хидрофобните (неполярни) части (опашките).

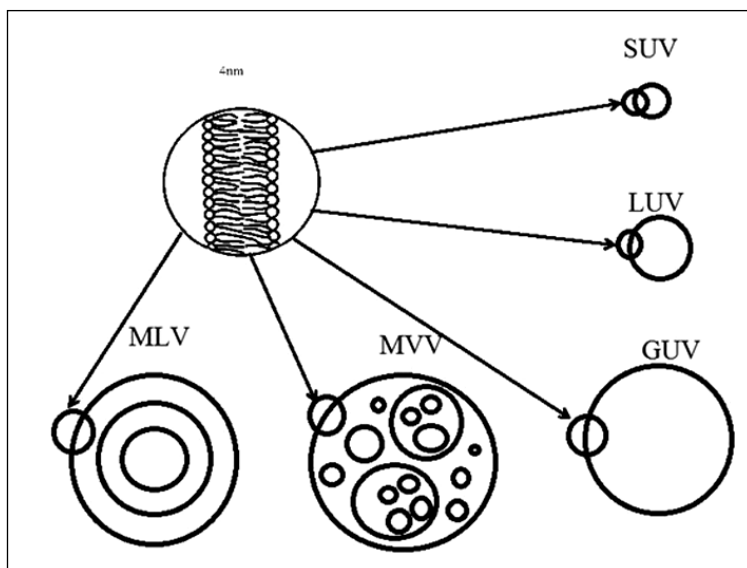
Липозомите намират широко практическо приложение в биохимията, молекулярната биология, фармакологията, козметиката, медицината [1] и други. Те представляват едни много добри опростени модели на биологичните клетки. Известно е и приложението на липозомите в експерименти по хроматография, капилярна електрофореза, микрофлуидни устройства, различни сензори и други [2]. Използването на липозомите като ефективни системи за пренос на лекарства [3] спомага за изучаване механизмите на разпространение на веществата в тялото и ги прави обекти с нестихващ интерес към тяхното получаване, характеризиране и изследване свойствата им.

Класификация на липозомите

Според своя размер и структура везикулите се класифицират по следния начин: мутиламеларни, мутивезикуларни, малки еднослойни, големи еднослойни и гигантски еднослойни везикули (фигура 1). В настоящата работа ще се спрем накратко на характеристиките и методите за формиране на всяка от групите, като ще обърнем особено внимание на методите за формиране на гигантските еднослойни везикули, поради тяхното широко приложение като модел на биологичната клетка.

– *Мутиламеларни (многослойни) везикули (Multi-lamellar vesicles or MLVs)* – с диаметър 0,1-15 μm – Те представляват лукоподобни структури или поредица от концентрични везикули във везикули. Един от методите за тяхното образуване се основава на въздействието, което оказва обкръжаващата среда (водата или съответния воден разтвор) на липидния филм и води до образуването на затворени структури с различни размери [4] или така нареченият метод на спонтанното набъбване. Ако по време на

хидрирането на липидния филм флаконът се разклаща, в повечето случаи този метод води до формиране на многослойни везикули. Друг метод за образуване на мултуламеларни везикули е чрез отделяне (откъсване) на определена част от ламеларната фаза, като по този начин се получават монодисперсни MLV с определен размер [5]. Тази процедура е използвана за системи вода – повърхностноактивно вещество и не е доказано, че е приложима и за случай с фосфолипиди.



Фигура 1: Класификация на липидните везикули

– *Мултивезикулярни везикули (Multi-vesicular Vesicles or MVVs)* – с диаметър 1-100µm. Това са по същество липозоми, съдържащи други липозоми с различни размери и случайно разположение във вътрешността на външната мембрана. Известни са най-общо два метода за формиране на мултивезикулярни липозоми. Първият от тях е предложен от Ким и съавтори [6] и използва емулсии от типа вода в масло, а вторият е базиран на прилагането на термичен стрес (поредица от замразяване и размразяване) върху MLVs [8].

– *Малки еднослойни везикули (Small Unilamellar Vesicles or SUVs)* – с диаметър 20-100 nm. Най-често използваният метод за формиране на малки липозоми е чрез ултразвукова обработка (така наречената соникация [9–11]) на липидно-водни дисперсии. Приготвя се основен (концентриран) разтвор на използвания липид 8 mg/ml в хлороформ, който впоследствие се доразрежда в повече хлороформ. В продължение на два часа под азот се отстранява изцяло органичният разтворител (хлороформ). Добавя се буферният разтвор (обикновено фосфатен буфер) и се прилага ултразвукова соникация върху липидната суспензия. Размерът на получените везикули зависи от силата, честотата и времетраенето на прилагания ултразвуков сигнал. Друг метод за производство на малки липидни везикули е така нареченият метод на екструзия (на който ще се спрем по-подробно при описанието на методите за формиране на големите липидни везикули), като се използват поликарбонатни мембрани с по-малък размер на порите (30 nm – 50 nm).

Тъй като диаметрите на SUVs са твърде малки, от особена важност за тяхната структурна форма е кривината и молекулярната асиметрия между външните и вътреш-

ните молекулни слоеве. Поради тази причина, тези обекти не са особено подходящи за модели на естествени биологични мембрани.

– *Големи еднослойни везикули (Large Unilamellar Vesicles LUVs)* – с диаметър 100 nm – 1 μ m. Методите за получаването им са базирани на комбинация от термично (замразяване/размразяване) и механично въздействие – екструзия (многократно изтласкване на липидната суспензия през мембрани с малък размер на порите) на липидната суспензия и са изложени подробно в работите: [4,8,10,12–15]. Принципът на метода е следният: Приготвя се концентриран разтвор на използвания липид в органичния разтворител (обикновено 8 mg/ml в хлороформ), който впоследствие се доразрежда в повече хлороформ. В продължение на два часа под азот се отстранява изцяло органичният разтворител. Добавя се буферният разтвор и пробата се поставя в пясъчна баня при 40 °C за около 2 часа, хидрирайки липидния слой, като на всеки 10 минути пробата интензивно се хомогенизира. Следва фазата на термично въздействие, а именно замразяване и размразяване на липидната суспензия. Правят се 5 последователни цикъла на потапяне на пробата в течен азот, последвани от поставяне във вряла вода. Последната стъпка на този метод е многократното изтласкване (около 11 пъти) на липидната суспензия през екструдер, представляващ две свързани спринцовки чрез тефлонов държач на две сменяеми поликарбонатни мембрани (с различен размер на порите). Важно е екструзията да бъде осъществявана при температури над температурата на фазовия преход гел-течност. След прилагането на тази последна стъпка от процедурата за формиране липидната суспензия изглежда значително по-прозрачна.

Големите еднослойни везикули (LUVs) имат все още размери по-малки от тези на типичната биологична клетка, но кривината им е подобна на тази на някои от клетъчните органели като лизозомите, ендозомите и т.н. Изследването на суспензии от LUV посредством електронна микроскопия осигурява информация по индиректен начин за свойствата на биологичните мембрани.

– *Гигантски еднослойни везикули (Giant Unilamellar Vesicles GUVs)* – с диаметър 1-100 μ m – Техните диаметри са от порядъка на размера на биологичните клетки. Това позволява една единична везикула да бъде наблюдавана под оптичен микроскоп и да се изучават различни физикохимични свойства на мембраната ѝ, като се използват разнообразни експериментални техники. Те са обект на множество теоретични изследвания, пресмятания и компютърни симулации, имащи за цел да обяснят поведението, материалните свойства и трансформациите на формата на тези обекти [16–19]. Поради всички изброени техни свойства, гигантските еднослойни везикули се радват на изключителен интерес на учени от различни колективи, поради което ще се спрем по-подробно на методите за тяхното формиране.

Методи за формиране на гигантски липидни везикули

Метод на спонтанното набъбване

Методът на спонтанно набъбване, предложен от Reeves и съавтори [20], е исторически първият метод, предложен и използван за формиране на гигантски липидни

везикули. С малки модификации той се използва от много групи, изучаващи различни физико-химични, механични, реологични и други свойства на гигантски липозоми. За формиране на гигантски везикули определено количество от избрания липид се разтваря в няколко милилитра органичен разтворител като хлороформ или смес хлороформ-метанол и се поставя на дъното на прозрачен флакон. Флаконът с органичния разтвор се държи в продължение на около 5 часа под вакуум, докато разтворителят се изпари напълно и се получи тънък липиден филм върху дъното и стените на флакона. Изсушеният липиден филм се залива внимателно с желаната суспендираща среда (дестилирана вода или воден разтвор на захар, сол, буфер и т.н.) и се оставя затворен при стайна температура в продължение на 72 часа, при което спонтанно се формират везикули. При използване на захарен разтвор обикновено се добавя определено количество от бактерицидния агент имидазол с цел намаляване размножението на бактериите в благоприятната за тях захарна среда. След този период без да се разклаща флаконът се взема внимателно с пипета материал и се поставя в работната клетка.

Методът на спонтанно набъбване е приложим за формиране на везикули при физиологични условия [21–24]. В присъствие на соли (KCl, NaCl и др.) е необходимо в липидната смес да присъства негативно зареден липид (примерно фосфатидилсерин). Нов метод за формиране на гигантски везикули при висока йонна сила (до 2M) е разработен от Йамашита и съавтори [25], като те добавят малко количество полиетиленгликол с ковалентно закачени PEG-липиди към фосфатидилхолиновите мембрани.

Електроформиране

Методът на електроформиране за получаване на гигантски еднослойни везикули е предложеният от Ангелова и съавтори метод [26,27] и с известни модификации е най-използваният за момента метод за формиране на гигантски липидни везикули.

Методът се състои в прилагане на променливо нискочестотно поле върху ламеларна липидна фаза. Липидът се разтваря в органичен разтворител (хлороформ или хлороформ/метанол). От получения разтвор със спринцовка се поставят малки капки (микролитри) върху електродите (проводящите ИТО стъкла или платинови жици – фигура 2) на експерименталната клетка. Осигурява се пълно изпарение на разтворителя, като електродите се поставят под вакуум за около половин-един час. Клетката се напълва с двойно дестилирана вода или друг суспендиращ разтвор и се затваря плътно с цел да се предотврати нежелано изпарение на част от суспендиращия разтвор.

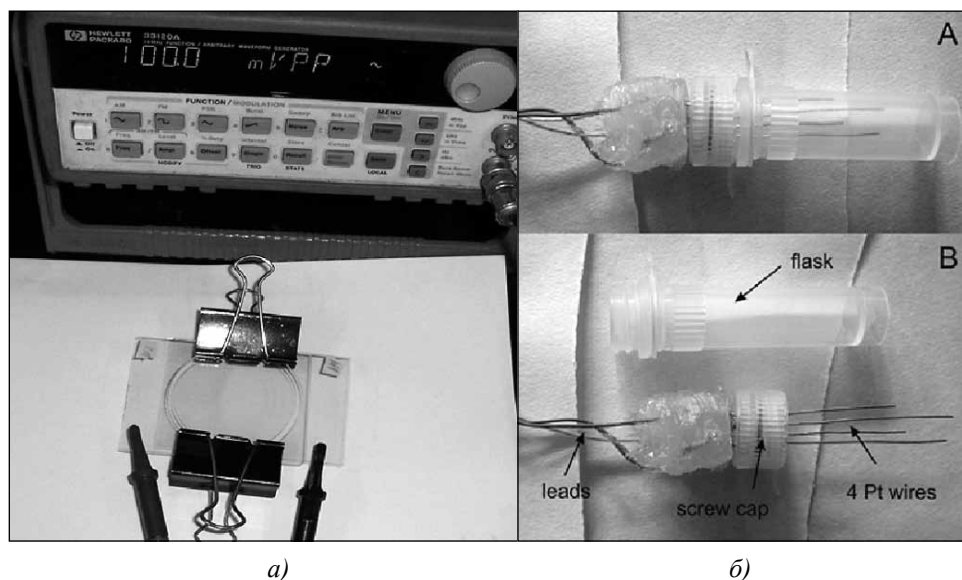
Към електродите на клетката от генератор стъпаловидно се подава променливо нискочестотно поле по схема за около 2-5 часа, в зависимост от конкретната система липид/суспендиращ разтвор. Напрежението се подава веднага след напълването на клетката, за да се избегне спонтанното набъбване на липозомите. При добре подбрана геометрия на клетката за електроформиране процесът на образуване на гигантски везикули може да бъде наблюдаван под микроскоп и контролиран с цел получаване оптимални условия на формиране за всяка отделна система липид-суспендираща среда. Най-общо процесът на електроформиране може да се раздели на три етапа с различна продължителност:

1^{ви} етап: Увеличаване на напрежението на електричното поле U до стойност U_{max} при фиксирана честота f . Времетраенето на този период е около час-час и половина, през които се формират липозоми, които постепенно започват да увеличават размерите си.

2^{ри} етап: Набъбване на везикулите при постоянни U_{max} и f . Този период е най-дългият от трите, продължителност 2-3 часа. Липозомите продължават да набъбват до достигане на желаните от експериментатора краен размер.

3^{ти} етап: Намалване честотата на електричното поле с цел отделяне на липозомите от повърхността на електродите. Този период е най-краткият от всички (с времетраене около 5 минути).

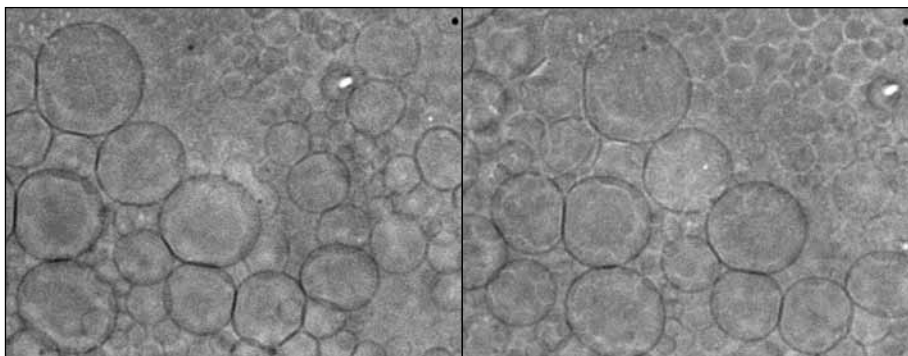
След прилагане на тази процедура в клетката могат да се наблюдават голям брой везикули с различни размери (съответно фигура 2а и 2б). При необходимост везикулите се остават 12 часа да релаксират до ненапрегнати, флукутиращи обекти.



Фигура 2: Снимки на варианти на клетки за електроформиране на гигантски везикули

Доскоро се смяташе, че методът на електроформиране не дава резултат за получаване на гигантски липидни везикули в присъствие на соли. Първите постижения за получаване на липозоми в присъствие на соли по метода на електроформирането са направени при малка йонна сила под 50 mM. [26–34]. В първата работа по електроформиране при 100 mM KCl и 10 mM CaCl₂ са получени няколко липозоми, като за целта в липидна смес са добавени негативно заредени липиди [35].

В последните години бяха направени някои съществени промени в технологията по изготвяне на липозоми, използвайки като принцип метода на електроформиране, и бяха успешно формирани везикули в условия на висока йонна сила. Естес и съавтори [36] разработват нова методика за получаване на липидни филми, от които посредством електрично поле формират липозоми в разтвор на глицерин, след което заменят

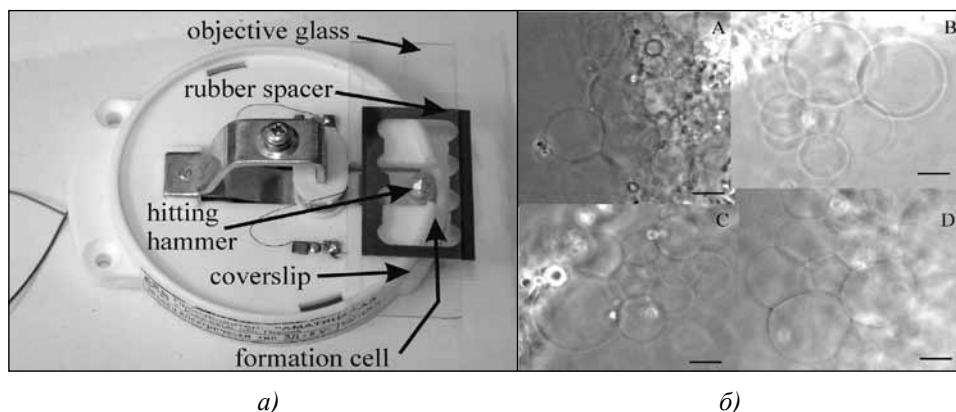


Фигура 3: Електроформирани везикули – изглед под микроскоп във фазов контраст

разтвора с разтвор на NaCl (до 300 mM). Също така Монтез и съавтори [23] получават гигантски еднослойни везикули от натурални мембрани, както и от синтетични липидни смеси, модифицирайки метода на електроформиране при физиологични условия (в присъствие на 150 mM NaCl). Група френски учени [38] изготвят и прилагат в експериментите си протокол за електроформиране на гигантски везикули при висока йонна сила (до 250 mM NaCl) от малки по размери липозоми (SUVs), формирани по стандартен протокол (сонификация, екструзия и т.н.).

Механоформиране

Последният метод, на който ще се спрем в настоящата работа, е разработената в Лаборатория „Течни кристали“, Институт по физика на твърдото тяло, методика за механоформиране на гигантски липидни везикули, приложим и в среда с висока йонна сила [39]. За получаване на липидния разтвор липидът се разтваря в органичен разтворител (най-често хлороформ). Нанасят се малки капки (микролитри) от липидния разтвор върху повърхността на тънко покривно стъкло, след което стъклото се поставя във вакуум до пълното изпарение на органичния разтворител и получаване на тънък липиден слой. Клетката се затваря, като се напълва с желаната суспендираща среда (дестилирана вода или разтвор на захар, сол и др.). Върху повърхността на тънкото стъкло с нанесен липиден слой посредством механичен звънец се прилага механично въздействие (фигура 4а) за време от около 2-3 часа, което води до формиране на гигантски еднослойни везикули с различни размери (фигура 4б). Така предложеният метод е бърз, лесен и ефективен за формиране на гигантски липидни везикули дори в среди с висока йонна сила, с важност за биологията и медицината. По този начин механоформирането се явява една алтернатива на метода на електроформиране, при която променливото електрично поле е заменено с механично въздействие, ускоряващо процеса на хидриране на липидния слой и образуване на липозоми. Предимството на този метод пред метода на електроформиране е, че в разтвора не се подава напрежение, което може да предизвика нежелани промени в заобикалящата за мембраната среда (електролитна дисоциация, електрофореза и т.н.) и следователно методът няма ограничение по отношение на йонната сила на суспендираща среда.



Фигура 4: Механоформиране на липидни везикули – а) експериментална установка за механоформиране; б) изглед на механоформирани везикули под микроскоп във фазов контраст.

Сравнение на методите – предимства и недостатъци

В заключение ще направим сравнение на методите на формиране на гигантски везикули и ще отбележим техните предимства и недостатъци. Основното предимство на метода на спонтанно набъбване е, че получените везикули могат да бъдат разглеждани като обекти в условия, близки до термодинамично равновесие, и мембраните им са практически ненапрегнати и флукутират видимо. Методите на електроформиране и механоформиране изискват по-малко време в сравнение с метода на спонтанно набъбване за получаване на подходящи за експеримента липозоми. Електроформираниите и механоформираниите везикули са готови за работа на следващия ден след формирането, спонтанното набъбване изисква период от 3 или повече дни. Този факт, освен че пести време и осигурява работа с пресен липид (натуралните липиди деградира с времето и променят свойствата си), води до много по-слабо размножаване на бактериите в разтвора (особено в случаите, когато се използват захари). При добре конструирана клетка за електроформиране процесът на формиране на липидните везикули може да бъде непрекъснато наблюдаван под микроскоп и контролиран, което не е възможно при спонтанното набъбване и механоформирането. Електроформираниите, както и механоформираниите везикули, като правило са по-големи, предимно сферични, еднослойни и с по-малко дефекти от тези, получени по метода на спонтанно набъбване, но са по-напрегнати. Оставени свободно за около 12 часа при стайна температура, те релаксират и започват да флукутират. При спонтанно набъбналите везикули се получават учудващо голямо разнообразие на форми. Поради факта, че процедурата на електроформиране и механоформиране е по-кратка, по-лесно се контролират и поддържат постоянни температурата на околна среда, обемът на течността в клетката и др. За по-кратко време избягването на ефекта на изпарение е по-лесно реализуемо. Като правило методът на електроформиране не е ефективен в присъствие на соли, за разлика от метода на спонтанно набъбване и механоформиране, които дават добри резултати при физиологични условия.

Литература

- [1] R. Banerjee, Liposomes: Applications in Medicine, *J Biomater Appl.* 16 (2001) 3–21.
- [2] A. Gómez-Hens, J. Manuel Fernández-Romero, The role of liposomes in analytical processes, *TrAC Trends in Analytical Chemistry.* 24 (2005) 9–19.
- [3] G. Gregoriadis, Engineering liposomes for drug delivery: progress and problems, *Trends in Biotechnology.* 13 (1995) 527–537.
- [4] F. Szoka, F. Olson, T. Heath, W. Vail, E. Mayhew, D. Papahadjopoulos, Preparation of unilamellar liposomes of intermediate size (0.1-0.2 μmol) by a combination of reverse phase evaporation and extrusion through polycarbonate membranes, *Biochim. Biophys. Acta.* 601 (1980) 559–571.
- [5] O. Diat, D. Roux, Preparation of monodisperse multilayer vesicles of controlled size and high encapsulation ratio., *Journal De Physique II.* 3 (1993) 9–14.
- [6] S. Kim, M.S. Turker, E.Y. Chi, S. Sela, G.M. Martin, Preparation of multivesicular liposomes, *Biochim. Biophys. Acta.* 728 (1983) 339–348.
- [7] Y. Kim, W. Sung, Membrane curvature induced by polymer adsorption, *Phys. Rev. E.* 63 (2001).
- [8] M.J. Hope, M.B. Bally, G. Webb, P.R. Cullis, Production of large unilamellar vesicles by a rapid extrusion procedure: characterization of size distribution, trapped volume and ability to maintain a membrane potential, *Biochim. Biophys. Acta.* 812 (1985) 55–65.
- [9] C.-H. Huang, Phosphatidylcholine vesicles. Formation and physical characteristics, *Biochemistry.* 8 (1969) 344–352.
- [10] P.D. Papahadjopoulos, Large unilamellar vesicles (LUV) and method of preparing same, U.S. Patent 4078052, 1978.
- [11] M.P. Sheetz, S.I. Chan, Effect of sonication on the structure of lecithin bilayers, *Biochemistry.* 11 (1972) 4573–4581.
- [12] L.D. Mayer, M.J. Hope, P.R. Cullis, Vesicles of variable sizes produced by a rapid extrusion procedure, *Biochimica Et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes.* 858 (1986) 161–168.
- [13] G. Lei, R.C. MacDonald, Lipid Bilayer Vesicle Fusion: Intermediates Captured by High-Speed Microfluorescence Spectroscopy, *Biophys J.* 85 (2003) 1585–1599.
- [14] M. Traïkia, D.E. Warschawski, M. Recouvreur, J. Cartaud, P.F. Devaux, Formation of unilamellar vesicles by repetitive freeze-thaw cycles: characterization by electron microscopy and ^{31}P -nuclear magnetic resonance, *Eur. Biophys. J.* 29 (2000) 184–195.
- [15] B.L. Mui, P.R. Cullis, E.A. Evans, T.D. Madden, Osmotic properties of large unilamellar vesicles prepared by extrusion., *Biophys J.* 64 (1993) 443–453.
- [16] L. Miao, U. Seifert, M. Wortis, H.-G. Döbereiner, Budding transitions of fluid-bilayer vesicles: The effect of area-difference elasticity, *Phys. Rev. E.* 49 (1994) 5389–5407.
- [17] P. Walde, K. Cosentino, H. Engel, P. Stano, Giant Vesicles: Preparations and Applications, *Chem. Bio. Chem.* 11 (2010) 848–865.
- [18] P.L. Luisi, P. Walde, Giant Vesicles: Perspectives in Supramolecular Chemistry, John Wiley & Sons, 2008.
- [19] H.-G. Döbereiner, G. Gompfer, C.K. Haluska, D.M. Kroll, P.G. Petrov, K.A. Riske, Advanced flicker spectroscopy of fluid membranes, *Phys. Rev. Lett.* 91 (2003) 048301.
- [20] J.P. Reeves, R.M. Dowben, Formation and properties of thin-walled phospholipid vesicles, *Journal of Cellular Physiology.* 73 (1969) 49–60.

- [21] K. Akashi, H. Miyata, H. Itoh, K. Kinoshita, Formation of giant liposomes promoted by divalent cations: critical role of electrostatic repulsion., *Biophys J.* 74 (1998) 2973–2982.
- [22] K. Akashi, H. Miyata, H. Itoh, K. Kinoshita, Preparation of giant liposomes in physiological conditions and their characterization under an optical microscope., *Biophys J.* 71 (1996) 3242–3250.
- [23] L.-R. Montes, A. Alonso, F.M. Goñi, L.A. Bagatolli, Giant Unilamellar Vesicles Electroformed from Native Membranes and Organic Lipid Mixtures under Physiological Conditions, *Biophys J.* 93 (2007) 3548–3554.
- [24] L.-R. Montes, H. Ahyayauch, M. Ibarguren, J. Sot, A. Alonso, L.A. Bagatolli, et al., Electroformation of Giant Unilamellar Vesicles from Native Membranes and Organic Lipid Mixtures for the Study of Lipid Domains under Physiological Ionic-Strength Conditions, in: V. Weissig (Ed.), *Liposomes*, Humana Press, Totowa, NJ, 2010: pp. 105–114.
- [25] Y. Yamashita, M. Oka, T. Tanaka, M. Yamazaki, A new method for the preparation of giant liposomes in high salt concentrations and growth of protein microcrystals in them, *Biochim. Biophys. Acta.* 1561 (2002) 129–134.
- [26] M. Angelova, S. Soléau, P. Méléard, F. Faucon, P. Bothorel, Preparation of giant vesicles by external AC electric fields. Kinetics and applications, in: C. Helm, M. Lösche, H. Möhwald (Eds.), *Trends in Colloid and Interface Science VI*, Springer Berlin / Heidelberg, 1992: pp. 127–131.
- [27] M.I. Angelova, D.S. Dimitrov, Liposome electroformation, *Faraday Discussions of the Chemical Society.* 81 (1986) 303.
- [28] L.A. Bagatolli, T. Parasassi, E. Gratton, Giant phospholipid vesicles: comparison among the whole lipid sample characteristics using different preparation methods: a two photon fluorescence microscopy study, *Chem. Phys. Lipids.* 105 (2000) 135–147.
- [29] D.S. Dimitrov, M.I. Angelova, Lipid swelling and liposome formation mediated by electric fields, *Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry.* 253 (1988) 323–336.
- [30] L. Mathivet, S. Cribier, P.F. Devaux, Shape change and physical properties of giant phospholipid vesicles prepared in the presence of an AC electric field., *Biophys J.* 70 (1996) 1112–1121.
- [31] A.F. Patricia Bucher, Giant Vesicles as Biochemical Compartments: The Use of Microinjection Techniques, (1998).
- [32] S.D. Shoemaker, T.K. Vanderlick, Intramembrane electrostatic interactions destabilize lipid vesicles., *Biophys J.* 83 (2002) 2007–2014.
- [33] A. Moscho, O. Orwar, D.T. Chiu, B.P. Modi, R.N. Zare, Rapid preparation of giant unilamellar vesicles, *PNAS.* 93 (1996) 11443–11447.
- [34] F.M. Menger, M.I. Angelova, *ChemInform Abstract: Giant Vesicles: Imitating the Cytological Processes of Cell Membranes*, *ChemInform.* 30 (1999) no–no.
- [35] T.G. D’Onofrio, A. Hatzor, A.E. Counterman, J.J. Heetderks, M.J. Sandel, P.S. Weiss, Controlling and Measuring the Interdependence of Local Properties in Biomembranes†, *Langmuir.* 19 (2003) 1618–1623.
- [36] D.J. Estes, M. Mayer, Giant liposomes in physiological buffer using electroformation in a flow chamber, *Biochim. Biophys. Acta.* 1712 (2005) 152–160.
- [37] D.J. Estes, M. Mayer, *Biochim. Biophys. Acta: Biomembr.* 1712 (2005) 152.
- [38] T. Pott, H. Bouvrais, P. Méléard, Giant unilamellar vesicle formation under physiologically relevant conditions, *Chem. Phys. Lipids.* 154 (2008) 115–119.
- [39] J.I. Pavlič, J. Genova, G. Popkirov, V. Kralj-Iglič, A. Iglič, M.D. Mitov, Mechanoformation of neutral giant phospholipid vesicles in high ionic strength solution, *Chemistry and Physics of Lipids.* 164 (2011) 727–731.

ФИЗИКАТА И ИНТЕЛЕКТУАЛНИЯТ КЛИМАТ НА ЕПОХИТЕ. ПРОБЛЕМИТЕ ДНЕС

Н. Балабанов

Физиците бяха героите на деня. Хуманитарните специалисти падаха духом пред тях. Срамуваха се от своето невежество... Филологията, историята, лингвистиката, изкуствознанието, философията изглеждаха отживели, второстепенни науки... По градове и села пламтеше спорът за физиците и лириците.“

Така емоционално писателят Даниил Гранин описва интелектуалната атмосфера в Русия през годините 1955-1956. Скоро след това тези емоции се пренесоха в територията на нашия културен живот. Ние, по онова време студенти по физика в Софийския университет, блажено се къпехме в приливните вълни на световното признание. Според поета Б. Слуцки спорът „физика и/или лирика“ беше решен в наша полза:

*„Что-то физики в почете,
Что-то лирики в загоне.“*

*„Май на почит са физиците,
Пренебрегнати – лириците.“*

Физиката беше извоювала това признание след Втората световна война, най-вече благодарение на освобождаването на ядрената енергия и използването ѝ както като свръхмощно взривно средство (САЩ, 1945 г.), така и за производство на електроенергия (СССР, 1954 г.) Наплашеното и възторгнато от възможностите на физиката човечество нарече XX-ия век „атомен“.

Създаването на такова отношение към физиката има продължителна предистория, която ще припомним накратко, за да засиля контраста с днешното състояние. Както е известно, класическата физика се заражда през XVII век в трудовете на Галилей, Декарт и Нютон. Създава се първата физическа картина на света – механичната. Механицизмът става универсално средство за тълкуване на действителността. От физиката, обединяваща природните науки, към общественото съзнание протича мощен интелектуален ток, който формира нов стил на мислене и нова психология. Френските материалисти са склонни да правят аналогия на естественото привличане на телата с привличането между хората. На основата на предположението, че всички видове физични и нефизични взаимодействия могат да се сведат до гравитационни, причинно-следствените връзки между телата се изразяват с концепцията на класическия детерминизъм.

През следващото столетие (XVIII в.) европейските държави са управлявани от „просветни деспоти“, които се стремят да привлекат най-изтъкнатите учени в своя „двор“. От увлечение на кралете, науката, и по-специално физиката, се превръща в обект на светски беседи в аристократичните салони; интересът към природните явления се превръща почти в мода.

През XVIII век особено се засилва интересът към електричните явления. След изобретяването на лайденската стъкленица електричеството се превръща в най-модното зрелище. Във Версай бил проведен опит с електрична верига, образувана от 180 гвардейци, които до един подскочили при затварянето на веригата. Историците твърдят, че бурята от страсти, предизвикани от опитите на Галвани със жабешките мускули, била сравнима с политическата буря, създавана от надигащата се Френска революция.

През 1800 г. Ал. Волта създава първата електрична батерия и се превръща в най-голямата знаменитост на Европа. Само няколко месеца по-късно е поканен да прочете лекции във Френската академия на науките. Наполеон Бонапарт – самият той член на Академията, му организира помпозно посрещане и го отрупва с почести – рицар, сенатор, граф.

През следващите десетилетия открития в тази област правят френските физици Ампер, Араго, Био, Савар, Лаплас, а през 1831 г. Майкъл Фарадей открива електромагнитната индукция. Според оценките на някои специалисти, приходите, натрупани от приложението на това откритие през следващите години, покриват и препокриват всички разходи, направени за науката от времето на Аристотел до днес.

През 60-те години на XIX век Джеймс Максвел създава теорията на електромагнитните явления, осъществявайки, според сполучливия израз на проф. И. Лалов, „първото Велико обединение“ във физиката. Знаменателни са думите на Р. Файнман за значението на тази теория: след 10 хиляди години, на фона на откритието на Максвел, гражданската война в САЩ, провеждана в същото десетилетие, би изглеждала като дребно провинциално произшествие.

С откриването на електромагнитните вълни от Х. Херц (1888 г.) започва епохата на разцвет на електродинамиката, ознаменувана с изключително важни практически приложения – появява се електротехниката, след това радиотехниката и тяхното развитие довежда до нова техническа революция.

XX-ият век започна с две велики революции във физиката – релативистичната и квантовата. Те поставиха начало на цяла епоха от радикални промени, в резултат на които се отхвърлиха старите представи и се създадоха нови за свойствата на пространството и времето, за поведението на атомите и субатомните частици. Възникването на ОТО и новата теория на гравитацията послужиха за създаване на релативистична космология, чиито постижения набеязват такива тенденции за изменения на светогледа, които са сравними с постиженията на Коперник.

Успехите на квантовата теория кардинално измениха облика на цивилизацията и характера на взаимоотношенията между Човека и Природата. На мястото на класическия детерминизъм квантовата механика въведе вероятностния, разкривайки, че основните закономерности в природата са статистическите и основната форма на причинността е вероятностната. Класическата физика гледаше на природата като на неприятел, който трябва да се покори, на който трябва да се заповядва. Науката от миналото представлява проект за господство на човека над природата. Съвременната физика осъзна необходимостта от алианс с природата и нейният стремеж е да води диалог с нея.

Класическата физика се различава от квантовата така, както отношенията между хората под формата на заповед се различават от отношенията под формата на убеждаване, на диалог. При това в диалога трябва да се отчита обстоятелството, че по принцип не може да се знае всичко за партньора, затова трябва да се проявява деликатност.

Квантовата теория представлява именно такъв деликатен диалог между Човека и Природата. Този извод радикално изменя самия стил на научното мислене. От гледна точка на тези разсъждения можем да изтъкнем, че съвременната екологична криза е криза на класическия твърдо детерминиран начин на мислене, от който трябва да се отърсим.

Отново ще се върна във времето, когато моето поколение навлезе в науката. Ние имахме късмет – броят на необходимите за страната специалисти по физика нарасна неколkokратно; разкриха се нови университети и институти, нови специалности, катедри и звена по физика.

Преди 30 години постиженията на българските учени и преподаватели бяха обобщени на Първия конгрес на физиката (28 септ. – 2 окт. 1983 г.). Богатото съдържание на конгресната програма (61 обзорни доклада, 632 доклада и съобщения), както и сериозните успехи в областта на физиката у нас, намериха емоционален израз във възгласа на акад. Хр. Христов в обзорния доклад: „**Науката ни е прекрасна!**“ Това беше израз на оправдано самочувствие за достойни постижения на българските физици.

Със съжаление трябва да констатираме, че през следващите десетилетия в света и в страната настъпиха сериозни изменения в политическата и икономическата обстановка, които засегнаха както нашата дейност, така и отношението на обществото към нас. Физиката беше изтласкана в периферията на общественото внимание, в това число и в интересите на подрастващите. Настъпи определена инверсия в отношението между „физиците и лириците“, в резултат на което стиховете на Б. Слуцки трябва да се четат „наопаки“:

*„Май на почит са лириците,
Пренебрегнати – физиците.“*

Дори, ако за днешното състояние на нещата по-голяма част от причините се коренят в световните тенденции, ние сме длъжни да потърсим и нашия дял в отговорността и, по-важно, нашите задължения за излизането от кризата. В това виждам смисъла на Втория конгрес на физиката. Склонен към поетични еквиваленти, отново ще цитирам автора на „Физици и лирици“, който обяснява ситуацията, сега вече по „наш адрес“, така:

*Значи нещо много важно
Ние не сме разкрили.
Значи слабички са ни крилата,
Нерешителни са нашите стъпки.*

Следователно е необходимо да разкрием онова „важно“, от което се нуждае развитието на физиката и по-специално обучението по физика, да набележим по-решителни „стъпки“ за заздравяване на „крилата“ на физиците и Съюза, който ни обединява.

Сигурен съм, че на конгреса ще бъдат направени много обосновани предложения за усъвършенстване на обучението, свързани с учебните програми и хорариума, с учебниците и състоянието на материалната база, с подготовката на учителите и т.н. Аз ще се опитам да посоча една важна причина за съществуващото състояние, която може да служи за основа на бъдещата ни дейност:

Ние сме изпаднали в изолация от обществото.

Веднага искам да направя уговорка, че тази констатация не е оценка за дейността на ръководството на Съюза, а известна характеристика за нашите действия, за които всички ние и всеки от нас носи персонална отговорност.

Преди близо четири десетилетия, на Международна конференция, посветена на преподаването на физиката, английският астрофизик Х. Бонди предупреди: „Ние сме се оградил от външния свят в манастир – това е причината често да не ни разбират правителството и промишлеността, търговията и селското стопанство. Твърде много сме се вгълбили в нашата наука, затворили сме се в нея. Ще бъдем виновни, ако нашата работа забуксува и заседне в канавката. А канавката е също гроб, само че по-дълъг.“

Това вече не е поезия, а жестока проза. Законно е да се попитаме:

Къде сме сега – на магистралата или в канавката?

Не е нужно да търсим отговор на този риторичен и неприятен въпрос. По-добре е да намерим начин да се задържим на магистралата на българската наука и култура. За тази цел, според мен, е много важно да възстановим както загубените позиции в образованието, така и връзките си с нашите основни съюзници в тази област.

Ще припомня, че до 60-те години физиката беше включена като базова дисциплина в университетското обучение по специалностите математика, химия и биология; на всички инженерни и медицински направления. Първи математиците, добили самочувствие от широкото разпространение на математичните методи, извадиха физиката от учебните си планове. В техническите университети програмите по физика бяха силно съкратени, катедрите по физика – ликвидирани като самостоятелни звена. През последните години химиците и биолозите също силно редуцираха обучението по физика на своите студенти. Тези процеси се пренесоха и в основните и средни училища.

Ярък пример за изгубени позиции е екологията. Формирането на екологична култура се превърна в една от основните задачи на съвременното общество. Ние не осъзнахме своевременно важната роля на физиката в изграждането на тази култура. Срамежливо (или горделиво) се отдръпнахме от този процес, отстъпвайки терена на другите природни специалности. Те, естествено, се възползваха от това: химиците прекръстиха училищната си дисциплина в „Химия и опазване на околната среда“, а биолозите се опитват изцяло да монополизират екологията.

Действително, като наука екологията е възникнала в лоното на биологията, но днес нейната чиста биологична интерпретация е невярна и води до вредни резултати. Екологията е комплексна дисциплина, а научните ѝ основи трябва да се търсят преди всичко в обучението по физика. Появила се още в древността, думата „физика“ озна-

чава „природа“. Като наука за природата и природните явления, днес обучението по физика трябва да съдържа както опознаването, така и опазването на природата.

Не зная какво е състоянието другаде, но в Пловдивския университет ръководството на факултета по биология извади дисциплините по физика от учебния план на специалността „Екология“, решавайки, че за еколозите е достатъчно да имат само биологични знания. Решението е взето не за подобряване на качеството, а от чисто финансови съображения. Въпросът е как да реагира Физическият факултет, а също и академичната общност на това решение.

Друг проблем на нашата общност е свързан с практическото приложение на идеите на физиката. XX век и особено последните десетилетия се характеризират с огромни научно-технически постижения, в основата на които стои физиката. Милиарди хора ползват продуктите на съвременната техника и технологии, без да са наясно за ролята на физиката при тяхната реализация. Физиката отново срамежливо се е оттеглила в задните редове на „сцената“ и очаква признание от обществото – награда за поддържаща роля.

Физическите идеи представляват костния мозък в скелета на инженерните науки, без които икономиката е осъдена на застой. Ние трябва да се грижим не само за разпространението и внедряването на тези идеи, но и за тяхната „защита“, за нашите права върху тях – не в материален, а в морален смисъл.

Още веднъж искам да посоча като причина за тези процеси нашата изолация, откъснатостта ни от другите слоеве на културното общество. Определена слабост на нашата колегия е, че значителна част от физиците не излиза от рамките на тесния професионализъм, не участва в разпространението и „защитата“ на физическите идеи. Едва ли има съмнение, че обществото изпитва социална потребност от науката (независимо от отношението на властта към нея). Затова е нужна популяризация на физиката, една отслабена напоследък дейност. Тя трябва многократно да се разшири – както в централното ръководство, така и в клоновете на Съюза.

За привличането на младите хора в нашата наука е важно да създадем устойчив обществен интерес, както казваше акад. В.Л. Гинзбург – „обществен ентузиазъм“. За тази цел могат да се използват и многобройните научни проекти, характерни за сегашната научна дейност. Всеки научен проект трябва да се превърне не само в „локомотив“ за някакво конкретно научно търсене, но и инструмент за повишаване на интереса на младите към науката, за формиране на престижа на интелектуалните професии в обществото.

Искам да разширя проблема за нашите партньори и очакваната от тях подкрепа. За целта ще се позова на авторитета на Дж. Максвел, като цитирам някои негови констатации и препоръки, споделени във встъпителната му лекция в Кеймбриджкия университет (1871 г.).

„Ние трябва да се стремим постоянно да поддържаме връзката между нашата работа и хуманитарните курсове в Кеймбридж: литературни, филологически, исторически или философски.

Сред учените понякога се проявява тесен професионален дух, характерен за хората с други професии. Но тъкмо университетът е мястото, в което може да се преодолее тенденцията хората да се разбиват в тесни кръгчета, в които, именно благодарение на изолираността, господстват дребни цехови интереси.“

В тези думи на Максвел се съдържа и отговорът за причината на днешното състояние на физиката и насоката на нашата бъдеща дейност – „поддържане жива връзката“ не само с колегите от най-близките (природните) специалности, но и с представителите на хуманитарните науки.

По-горе поставих въпроса за необходимостта от реализация на някои необосновани изменения в учебните планове. Може ли физическият факултет да очаква подкрепа от академичната общност, ако тя няма представа за йерархията, същността и проблемите на природните науки? Може ли в училището преподавателите по физика да разчитат на разбирането на колегите си, които преподават химия и биология, но също така на преподавателите по литература, история, психология? Може тези въпроси да звучат наивно, но ако ние не създадем „обществен ентусиазъм“ към физиката, трудно можем да разчитаме на успехи в отстояването на учебните програми по физика. Затова на всички колеги от другите специалности и факултети трябва да гледаме като на партньори в нашата работа, а не като на конкуренти и врагове.

В това отношение ние разполагаме с положителни примери, някои от които ще посоча.

Професор Иван Лалов, като ректор, изнесе на празниците на Софийския университет серия от академични лекции, в които сподели с цялата университетска общност проблемите и постиженията на физиката. Най-новата негова инициатива е изнасянето на курс по история на физиката във философския факултет. Такива лекции могат да бъдат изнасяни от деканите на физическите факултети и водещи учени в БАН пред колеги от другите специалности.

Проф. Вили Лилков е инициатор и вносител на предложение, прието от Столичния общински съвет, 12 улици в район „Лозенец“ да бъдат наименувани на наши и световноизвестни физици. Предполагам, че и в други селища на страната има колеги с обществен авторитет, които могат да предложат подобни инициативи.

Колегата Леандър Литов направи отлично представяне на физиката в поредица от телевизионни предавания „Красива наука“. Много големи градове притежават собствени ТВ-канални, а всички селища имат местни медии, които могат да се използват за популяризиране на нашата „красива наука“.

Това са единични, но ярки примери и няма съмнение, че нашият Съюз разполага с много възможности в това отношение.

Към тези примери ще прибавя и някои инициативи на СФБ от миналото, когато се организираха конференции: „Физика и производство“ (Казанлък), „Физика и електронизация“ (Пловдив), „Физика и селско стопанство“ (Плевен), „Физика, космос, философия“ (Кърджали) и др. Има какво да заимстваме от миналия опит на Съюза.

Поемайки отговорността да участвам с пленарен доклад в Конгреса, смятам

се задължен да направя някои предложения и препоръки за бъдещата дейност на Съюза.

1. Популяризирането на физиката да се превърне в една от основните дейности на Съюза, в която да бъдат привлечени сътрудниците на БАН, преподавателите във висшите и средните училища, както и специалистите, работещи в другите области на икономиката.

Да се разработи програма за засилване на диалога с гражданите чрез националните и местни медии.

2. Да се препоръча на преподавателите по физика:

- да поддържат творчески контакти с колегите от природните и хуманитарните области; да организират с тях съвместни прояви на студенти и ученици;
- да се стремят да хуманитаризират физиката, като подчертават ролята на историята на физиката и използват историко-методологичния подход в обучението;
- да възстановят най-добрите практики за младежко творчество в областта на физиката.

3. Да се подобри равнището на комуникациите с МОН и неговите подразделения в страната с цел активно участие на СФБ в проблемите, свързани с обучението по физика.

Съвместно с МОН да се организира постоянно действаща система за квалификация на учителите по физика.

4. Управителният съвет на СФБ

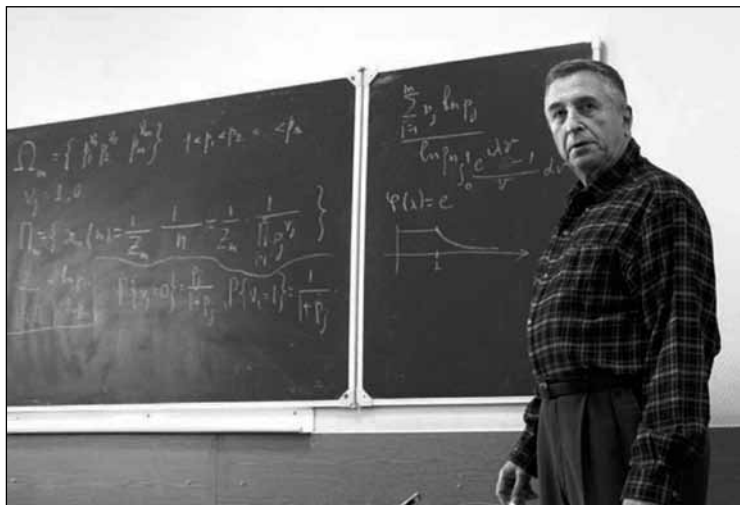
- да организира съвместно със СУБ и другите творчески съюзи форуми за приложение на физиката в техниката, здравеопазването, енергетиката, екологията, селското стопанство, в социалните и икономически науки и др.;
- да създаде система за непрекъснато професионално общуване и обмен на научно-методически опит между членовете на Съюза;
- да съдейства за осигуряване на по-високо качество на учебната, учебно-методична и научно-популярна литература по физика;
- да потърси форми за по-широко разпространение на списание „Светът на физиката“.

Давам си сметка, че в Конгреса участват много млади колеги и такива с многогодишен опит, които ще направят по-ценни предложения и ще съумеят да обобщат най-важните идеи в изказванията, за да представят на ръководството на Съюза една добра платформа за многогодишна програма.

Възможно е някои колеги да смятат, че тъй като страната ни е в криза, не е оправдано да наблягаме на собствените си проблеми. Убеден съм, че именно по време на кризи трябва да се придава по-голямо значение на духовните ценности на науката. Физиката вече няколко столетия е носител на такива ценности и е задължена да се включи в процесите на стабилизация на страната.

МАТЕМАТИЦИ И ФИЗИЦИ = КУЧЕТА И КОТКИ?

Я. Синай



Положителен отговор на този въпрос беше даден в рецензия, написана от известен физик за статия, написана от известен математик.

Този текст е много близък до лекцията, която изнесох на дискусията около кръглата маса на 95-та Конференция по статистическа физика в Рутгерс през май 2006 г., организирана от Дж. Лебовиц. Предметът на

дискусията беше „Необоснованата ефективност на математиката в естествените науки“, формулирана от Юджийн Вигнер по време на неговата Курантова лекция в Нюйоркския университет. Вигнеровата лекция беше изнесена на 11 май 1959 г., т.е. преди почти 50 години. Други участници в тази дискусия бяха Ф.Андерсън, Ф.Дайсън и Е.Уитън. Председател на сесията беше М.Фишер. Вигнер публикува статия със същото заглавие в *SRAM*, vol.13, No.1. Тя започва със следната история. Един млад статистик, който работел върху проблемите на нарастването на населението, обяснил на своя приятел трудностите, с които се бил сблъскал и му показал някои резултати от своя анализ. Приятелят забелязал числото π в неговите формули и попитал какво значи това. Статистикът отговорил, че това е площта на един кръг с радиус 1. Тогава приятелят казал, „Нима вие искате да ме убедите, че площта на кръга има нещо общо с прираста на населението?“

В края на своята статия Вигнер написал още: „Чудото на приложимостта на езика на математиката за формулиране на законите на физиката е един прекрасен подарък, който ние нито разбираме, нито заслужаваме. Ние трябва да сме благодарни за това и да се надяваме, че той ще остане в сила и за бъдещите изследвания и че ще се разширява за добро или за зло според нашите предпочитания или може би дори за наше объркване по широките клонове на познанието.“

Прочутата статия на Вигнер върху ансамбли от случайни матрици се появила няколко години преди тази статия. Трудно е да си представим съвременната теоретична физика без алгебричната геометрия и топология. От друга страна, теоретичната физика, особено теорията на струните, предоставя много прекрасни и важни проблеми в тази част от математиката. Обаче физиците невинаги са имали високо мнение за математиката. Водещият

руски физик Л.Ландау веднъж казал, че най-добрият физик в Русия е Я.Френкел, който използвал в своите статии само квадратни уравнения. Самият Ландау бил малко по-лош, защото понякога се нуждаел от обикновени диференциални уравнения. Математичната част от прочутия теоретичен минимум на Ландау съдържа само задачи по интегриране, векторно изчисление и общи диференциални уравнения. Забележки в същия тон за математиката се срещат често в учебниците на Р.Файнман. Математиците отговориха на това с твърдението, че физиците боравят с математиката както престъпниците боравят с криминалните кодове (И.М.Гелфанд). Някои от причините за тази вражда са очевидни. В математиката преобладаващият стил се основава на аксиоматичния подход, доказателствата епсилон-делта, и върху силните изисквания за строгост. Във физиката има преобладаваща тенденция към сложните схеми на пертурбационната теория, диаграми и т.н., които са много трудни за възприемане от класическите математици. Видно е, че това беше ера на студено противопоставяне на котки-кучета.

По-късно математиците започнаха редовно да посещават семинари и конференции по физика и броят на математиците, които разбираха задълбочено проблемите на физиката, се увеличи значително за времетраенето на едно или две поколения. Изглежда, че този процес започна в края на петдесетте, когато физиците разбраха, че могат да намерят нещо полезно в съвременната математика, която им беше непозната дотогава. Нека дам два примера, свързани с прочутата „теория-КАМ“.¹ Един физик ми каза, че КАМ-теорията била толкова естествена, че трябва да е била измислена от физици. В края на петдесетте двама прочути руски физици, Л.А.Арцимович и М.А.Леонтович, дошли на един семинар в Московския държавен университет, воден от А.Н.Колмогоров, за да обяснят проблема за съществуването на магнитни повърхности, който бил от голямо значение по това време. Л.А.Арцимович, експериментатор, изнесъл доклада. Неговата лекция била много ясна и вдъхновяваща и скоро след това В.Арнолд решил проблема, използвайки КАМ-теорията. Това събитие може да се разглежда като края на студената ера котка-куче.

По мое мнение за математиците, които са решили да работят по проблеми, свързани с физиката, е много важно и полезно да имат повече или по-малко редовни контакти с физици. Аз самият твърде често се срещам с И.М.Лифшиц, който беше водещ теоретичен физик на своето време. Когато се срещнахме за първи път, той ме попита с какво се занимавам. Когато отговорих, че работя върху ергодичната теория, той отбеляза: „Ергодичната теория е теория, която обяснява, че всяка връзка за обувки рано или късно се развързва.“ По време на следващото ми посещение аз се опитвах да обясня на Лифшиц резултатите, получени съвместно с моя ученик С.Пирогов върху фазови диаграми на модели на решетки при ниски температури. Той започна да слуша, но много скоро каза, че всичко това е много просто и очевидно. Тогава той написа няколко формули, съдържащи нашия резултат. Аз си отидох много объркан и едва след известно време осъзнах, че формулите за логаритмите на статистическите функции, които той използваше, бяха всъщност крайният и най-труден резултат на нашата теория.

Подобна реакция дойде и от И.М.Гелфанд. Когато ние му обяснихме нашите ре-

зултати, той отбеляза, че за един физик всичко това би трябвало да е очевидно. Обаче, когато го попитахме дали си струва да напишем текст с подробно изложение на цялата теория, той отговори „Да, разбира се.“

Имаше много други случаи, когато реакциите на физиците бяха изненадващи и много различни от тези на математиците. Веднъж, когато се бях върнал в Москва от пътуването си до САЩ, обясних на мой приятел, който беше физик, хипотезата, която бях чул от Т.Спенсър, за изобилието от стойности на параметъра, при които стандартната схема не съдържа КАМ-острови. Моят приятел помисли малко и после каза: „Това трябва да е някоя велика математическа теорема, защото ние физиците никога не сме виждали такова нещо.“ Въпреки това, малко по-късно той написа в една от следващите си публикации, че, както всички знаят, стандартната схема има стойности на параметрите, за които няма острови.

Понякога математиците разбират твърде буквално твърденията или резултатите на физиците. Преди няколко години имаше статия от М.Бери и М.Табора, в която те твърдяха, че разпределенията на интервалите между най-близките собствени стойности на Лапласиани с интегрируема метрика клонят към закона на Поасон. От вероятностна гледна точка това твърдение изглежда твърде обещаващо и аз употребих няколко години в опити да го докажа. Накрая успях да докажа, че това е вярно за случайна интегрируема метрика. Доколкото зная, засега нищо още не е доказано за конкретна метрика. Неотдавна обсъдих този проблем с един физик, който ми каза, че под закон на Поасон те разбират твърдението, че втората корелационна функция клони към положителна граница, когато разстоянието клони към нула. Ясно е, че това означава липса на отблъскване на нивата, което е същността на проблема. Но това е една много по-проста теорема, която може да бъде доказана при твърде общи условия.

Понастоящем е станало честа практика да се канят математици да изнасят лекции на физични семинари. След една такава лекция на голям семинар по теоретична физика председателят ме попита за възможните приложения на моите резултати в експерименталната физика. Аз му отговорих, че за мен теоретичната физика е изиграла същата роля, каквато експерименталната физика е изиграла за него. Това не беше шега. Обикновено аз не се доверявам на физиците, докато не намеря моето собствено доказателство или поне някакво обяснение на техните резултати. По тази причина, една голяма част от теоретичната физика остава извън моето разбиране. Моят приятел Р.Л.Добрушин, който вече не е между живите, веднъж отбеляза, че всеки математик построява за себе си своя собствена теоретична физика. Това, разбира се, е преувеличение. Обаче е вярно, че световите на математиците и на физиците са съвсем различни и съществува граница, която ги разделя. Тази граница е много индивидуална и всеки сам си я избира.

Превод: **С. Рашев**

Източник: BULLETIN (New Series) OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY, Vol.43, No.4, October 2006, pp.563-565, S 0273-0979(06)01127-X, Article electrically published on July 18, 2006

В.А. УСПЕНСКИ: „МАТЕМАТИКАТА Е ХУМАНИТАРНА НАУКА“

Владимир Андреевич Успенски,
Михаил Гелфанд

Математика, физика и лингвистика

– Доколкото схващам, Вашите занимания с математика винаги са ставали на границата между математиката и езика, в някакъв смисъл лингвистичен фланг на математиката.

– Не бих казал, че това протичаше на границата между математиката и лингвистиката. По-скоро това беше логически фланг. Все пак аз започнах да се занимавам с математика значително по-рано отколкото с лингвистика.

Има един човек, казва се Евгени Абрамович Бунимович, когото аз много уважавам. През ноември 2013 г., на церемонията по връчването на премията „Просветител“, той в качеството си на член на журито каза: „В Русия има само двама математици, които смятат, че математиката е хуманитарна наука – това сме ние двамата с Владимир Андреевич Успенски“.

– **Аз не съм математик, но също смятам така.**

– Правилно. Но, да кажем, великият Арнолд – нашите рангове като математици са несъпоставими, така че аз се чувствам неловко, когато му възразявам, – та той смяташе, че математиката е клон на физиката.

– **Тъкмо за това исках да питам.**

– Ако математиката е клон на физиката, то със същия успех тя ще е и клон на психологията. Защото всичко протича в главата на човека. Вземете такава наука, каквато е теорията на числата. В нея няма никакви аксиоми. Аз не храня добри чувства към Виноградов [1], както впрочем и повечето почитени хора, но книгата му „Основи на теорията на числата“ прочетох с огромно удоволствие.

Тя започва от нищото и стига до определени височини. Защото в главите ни съществува определена представа за натуралното число и ако един човек е тук, а друг – в Нова Зеландия, то тази представа ще бъде еднаква за тях, защото изводите, до които те стигат, съвпадат. Следователно това е свойство на човешката психология. Някои



В. А. Успенски и М.С. Гелфанд. 2013 г.

хора правят от това извод за съществуването на Бог. Не мога да съдя за това, но самият факт на такова единство заслужава внимание.

– Неотдавна в *Science* се появи статия, според която възприятието на малки количества в главите на хората се намира изобщо не на онова място, където става последователното индуктивно броене. И в съответната зона на кората на главния мозък има пространствен градиент на активността в зависимост от броя на показваните картинки – от една до седем [2].

– Разбира се, а по-нататък вече е „много“. Това намира отражение в езика: един човек, но двама души и много хора. Моята любима теза е, че безкрайността е апроксимация на крайното отгоре. Понякога е по-просто да кажем не „осем септилиона“, а „безкрайно“.

– „Много“ започва там, където не се вижда веднага, а трябва да броим, като показваме с пръст.

– Вие засегнахте един интересен въпрос, който понякога ми задават изтъкнати колеги: откъде започва натуралната редица – от нулата или от единицата? Работата е там, че съществуват две понятия за натурален ред. Едното е количествено – то обхваща и нулата: „Колко крокодила има тук?– нула“, а другото е „бройно“: ако преброяваме крокодилите, то, разбира се, ще имаме „един, два, три...“.

– Но повечето математици все пак тръгват от физиката. Владимир Игоревич Арнолд, Юрий Иванович Манин [3], Израил Мойсеевич <Гелфанд>...

– Не знам откъде тръгват повечето. Египетската математика тръгва от приложните задачи – как да се строят пирамиди.

– Ще рече, това по-скоро е физическата линия.

– Да, но гръцката математика вече тръгва от високите абстракции. Все пак европейската математика произхожда от Гърция, а не от Египет. Питагор – несъизмеримост на отсечките [4], изобщо казано, много им е притрябвала тя на гърците за тяхната физика. А това е велико откритие.

– Но ако в европейската математика има, условно казано, египетска физическа линия и гръцка психологическа...

– Аз бих се изразил психолого-естетична.

– ... то как би било в другите математически култури?

– Откъде да знам.

– Не сте ли се опитвали да надникнете?

– За тази цел човек трябва да е специалист по история на математиката.

– Никога ли не Ви се е приисквало?

– Искало ми се е. Историята на математиката е необикновено интересна наука, която обикновено се намира на доста ниско ниво. По следната причина: с нея се занимават хора, които много често не са никак глупави, но, като правило, на тях не им е потръгнало с математиката. Във връзка с това се натъкнах на следния пример. Когато двамата с А.Л. Семьонов пишехме книжка за алгоритмите [5], на мен ми беше нужно да узная у кого за пръв път се е появило понятието алгоритъм – не самата дума (всички

знаят за Ал-Хорезми [6]), а понятието алгоритъм като описание на процес, който не е ограничен откъм броя на стъпките, но довежда до резултат.

На отговора се натъкнах почти случайно. За пръв път това понятие се е появило у Емил Борел през 1912 г., но никой не е узнал за това, защото то се появява в статия на Борел върху определения интеграл. Там той пише за „изчисленията, които могат реално да се осъществят“, като при това подчертава: „Аз съзнателно оставям настрана по-голямата или по-малката практическа страна на въпроса; същината тук е, че всяка от тези операции е осъществима в крайно време с помощта на достоверен и недвусмислен метод“. Специалистите по математически анализ, интересувани се от понятието интеграл, прочели това и го отминали. А специалистите по теория на алгоритмите в такава литература не надникват. А всъщност Борел точно е определил какво е това алгоритъм.

– **Примери за алгоритми е имало и по-рано.**

– *Примери* – разбира се. Аз говоря за понятието, разликата е голяма. Разбира се, у Ал-Хорезми е имало описания как да се събират това и онова...

– **Или европейските математици, които са се съревновавали помежду си в решаването на разни видове кубични уравнения.**

– Задачите за построяване – това по същество също е алгоритъм.

– **Щом е така, у Евклид няма да се намери строг списък на разрешените операции и на техните последователни комбинации?**

– Няма да се намери.

– **А ако погледнем на това в по-широк аспект?**

– Ако погледнем в много широк аспект и при това от съвременни позиции, то вероятно от книгите на Евклид ще може да се извлече такъв списък. Не е известно дали Евклид е осъзнавал това.

– **Още за класификацията на науките. Ако сметнем, че математиката е хуманитарна наука, то няма ли да се окаже, че лингвистиката е природна наука?**

– Не.

– **Именно лингвистиката, а не филологията.**

– Поставен така, въпросът е правилен. Тогава да, согласен съм, в значителна степен е такава. Според мен главната беда на лингвистиката е в това, че тя се оказа залепена към литературознанието. Те са като сиамски близнаци. А това я погубва.

Математика и музика

– **Твърде много от добрите математици, които аз имах възможност да наблюдавам или които съм слушал, много и в някакъв смисъл дълбоко са слушали музика. Израил Мойсеевич, Манин.**

– Колмогоров.

– **Музикалният клуб в мехмат (съкращение от механико-математически; бел. прев.).**

– Да, Александров.

– **От моето поколение Максим Концевич...**

– И какво?

– **Това наблюдение правилно ли е?**

– Правилно е.

– **Дали няма връзка с това, че работят едни и същи мозъчни структури?**

– Откъде бих могъл да знам!?

– **А ако пофантазираме?**

– Със същия успех бихме могли да допуснем, че работят противоположни структури и това им осигурява почивка. Може да се направи такъв извод и да се напишат няколко дисертации, а може да се направи и обратният извод и също да се напишат няколко дисертации.

– **В днешно време вероятно би било възможно да се използват електроди и да се премери кои области работят там и там. Учуден съм, че никой не е направил това.**

– През май 2004 г. прекарах известно време в Провидънс (столицата на щата Роуд Айланд, САЩ; *бел. прев.*), където ме заведе моята приятелка Таня Корелска, за да видя церемонията по дипломирането на бакалаврите от Брауновския университет. Работата е там, че сред онези, които бяха облечени в мантия, беше и нейната по-голяма дъщеря Ксения. Таня ме заведе в дома на Вашия баща, когото познавам още когато беше на 11 години. Там ме почерпиха с най-хубавата водка, която някога съм вкусвал и която оттогава нито мога да забравя, нито мога да намеря [7]. А Ксения, която се занимаваше с невролингвистика, ме заведе в една от университетските лаборатории, където ми показаха на компютърен екран как се променя кръвоснабдяването на различни части от мозъка при произнасянето на едни или други думи. Това, разбира се, е по-грубо от електродите. Ето Вие сте доктор на биологичните науки, направете го.

– **Аз не съм доктор на тези биологични науки.**

– Е, намерете някой, който да го направи.

– **А Вие слушате ли музика? Доколко това е важно за Вас?**

– При мен с музиката е много лошо, много съжалявам за това. Андрей Николаевич Колмогоров се опитваше да ме приучи, нещо ми обясняваше. Например той ми обясни нещо, което по-рано не разбирах. Аз не обичах пеенето; както казваше тъща ми, „не обичам, когато пеят в мое присъствие“ – това за мен беше много разбираемо. Той ми обясни какво е това музикален инструмент. Това е виолончело, това е пиано, а това е човешки глас. Но аз му зададох въпрос, на който той не можа да отговори: „А думите за какво са? Аз и така не мога да ги разбера“.

– **При Бах се разбира защо.**

– Това са религиозни химни, тук е ясно защо.

– **Бах е разполагал с цяла риторична система [8].**

– Това е друго нещо, тук думите се илюстрират от музиката. А аз си спомням арията на Орфей „Загубих Евридика, Евридика не е с мен“, която Колмогоров пускаше за мен на винилова плоча. Той честно се опитваше да ме привикне към музиката. Андрей Николаевич би трябвало да ме изгони заради тази моя неспособност, но той

търпеше. Аз сам себе си смятам в този смисъл за патологичен човек. Това е нещо като дислексия – слушам музика по радиото, разбирам, че тази музика съм я слушал много пъти и че я харесвам, но да я запомня, от кого е това и какво е това – не съм в състояние.

– **Това е друго нещо. Ето и аз например не мога да запомня лицата на хората. И не ги свързвам с имената им. Но самата мелодия помните ли?**

– Да възпроизведа, разбира се, не мога. Но помня, че тази мелодия много пъти съм я слушал, тя ми харесва, но какво е това. Единственото, което мога да разпозная, е „Болеро“ на Равел, и при това не самото „Болеро“, а ритъма на барабана[9] – макар и с труд, но го научих.

А, почакайте. Мнозина изтъкнати математици, същият този Колмогоров, усилено се занимаваха със спорт. Не, не със спорт, а именно с физическа култура.

– **Все пак те като че ли са по-малко. А и това не ги отличава от останалите учени. Докато любовта към сериозната музика – това вече е специфично за математиците.**

– Интересно, наистина.

– **И тук, ако разполагахме с добри социолози, бихме могли да ги насочим към това.**

Как мислят математиците

– **По какво се различава добрият математик от лошия? Дали разликата е във вътрешните усещания и в начините на работа с материала?**

– Откъде да знам? Аз не съм добър математик, мога да гледам само отстрани. Има няколко математически жанра. Преди време Колмогоров ми каза, че една работа може да бъде много добра, макар в нея почти да няма доказателства на теореми, но затова пък се въвежда система от понятия, която е извънредно важна. Тук навярно трябва да отнесем онези, които откриват нови теории. Трета група са онези, които решават задачи, останали нерешени в една тясна област в продължение на много години. Ето пак Виноградов – той добър математик ли е или не? Навярно е силен и даже много силен, макар да е „тесен“. Разбира се, би било по-добре, ако не се преструваха, че той е решил проблема на Голдбах [10], когато всъщност не го е решил. Но онова, което той действително е решил в този проблем, е достойно за всякакво уважение. Така че има различни математици. Нещо трябва да се осъществи: или умението да се решава сложен проблем, или да се измислят нови теории, или да се създава нова система от понятия.

– **Аз бих прибавил и четвърто – умението да се виждат връзки между далечни области.**

– Прав сте. Това, което Вашият велик дядо умееше да прави.

– **Узнах това от спомените за него – не съм измислил сам това. Тъй като аз изобщо не съм никакъв математик, макар също да съм завършил мехмат.**

Когато наблюдавах математически силни хора, от моя курс или наоколо, у мен винаги се създаваше впечатлението, че те умеят да боравят с понятия, за които аз нямам в главата си съответната машинка. Докато можеше формално

да се записва, аз правех това чисто формално, но достатъчно беше само малко излизане от тази рамка и се оказваше, че аз просто не умея да мисля за това.

– Мисля, че не се насочвате по правилния адрес. Би трябвало да се обърнете към някой силен математик, например към Манин.

– Разговарях с Юрий Иванович [3]. Това не помага. Те в същия момент започват, подобно на поети, да говорят в образи.

– Колмогоров, доколкото си спомням, не по-малко от два пъти, подчерта ето какво. Математикът, когато мисли, той движи ръцете си, пръстите си. Той очевидно геометризира някакви мисловни конструкции. Колмогоров смяташе, че ако се изучат тези движения, то би могло нещичко да се разбере относно мисленето на математика. Някой, не помня кой, беше казал, че математиката взима несъществуващи образи и борави с тях като със съществуващи. „Да вземем паракомпакт (вид топологично пространство; бел. прев.) и да изберем в него точка“ – какво, как, къде да вземем? Как да изберем?

– Това ни връща към разговора за математиката и музиката. Алфред Шнитке е казвал, че, когато създава музика, той записва това, което вече знае. Той не съчинява последователно – първата част, после втората, – не, в себе си той има някакъв цялостен образ и неговата задача, като композитор, е най-адекватно да предаде този образ със средствата, които са в негово разпореждане.

– Когато математикът пише статия, той, разбира се, вече я има цялата написана в главата си. Техническите детайли може да липсват, но вече всичко е ясно.

– Откъде възникват грешките в математиката? Грешните хипотези не са ли някакъв вид повреда на този механизъм? В главата е възникнала неправилна картинка?

– Разбира се. Но това е мощен двигател на прогреса. Например Колумб се е ръководел от грешната хипотеза, че ако плува на запад, то бързо ще попадне на Индия.

– Това не е съвсем подходящ пример; тук е прекалено конкретно. А има ли примери, когато подобни грешки са дали силен тласък на математиката?

– Убеден съм, че има... (*пауза*). Ето, например великият математик Анри Лебег [11] формулирал неправилна теорема, която публикувал. От нейното опровержение възниква дескриптивната теория на множествата. Фундаментален принос в тази теория е направен от Николай Николаевич Лузин (1883-1950; бел. прев.), създател на московската математическа школа. Лузин написва книга [12], която първоначално, през 1930 година, е издадена в Париж на френски с ласкаво предисловие на Лебег.

По-късно книгата излиза два пъти в СССР в превод на руски език – веднъж като отделно издание през 1953 г. и втори път като том втори от събраните съчинения на Лузин през 1957 г., като и двата пъти без предисловието на Лебег. Това само по себе си е забележително – кой е този Лебег, че да хабим за него време и хартия. За изданието от 1953 г. всичко е ясно: то е подготвяно още докато Сталин е бил жив, в периода на обявената от него война срещу „нископоклонничеството пред Запада“ (за което Лузин е обвинен и жестоко преследван; бел. прев.) Но в изданието от 1957 г. предисловието според мен не е включено поради традиционния издателски консерватизъм.

Руският превод на предисловието беше публикуван едва през 1985 г. във връзка със столетието на Лузин [13]. И ето че в това предисловие се казва: „Като източник на всички проблеми, за които ще стане дума тук, послужи една груба грешка в моя Мемоар за аналитично представимите функции. Плодотворна грешка, която направих просто с вдъхновение“. И по-нататък: „Доказателството беше просто, кратко, но невярно“.

Ето за какво става дума. Отначало на една права – започвате с отсечки, а по-нататък се прилагат три операции: допълнение, обединение на изброимо число множества и пресичане на изброимо число множества. Всяко множество, което може в резултат да се получи, се нарича борелевско. На равнина е аналогично, само че започваме с правоъгълници. А по-нататък възниква въпрос: проекцията на плоско борелевско множество върху права – това борелевско множество ли е или не? За Лебег е било очевидно, че е борелевско и той *доказал* това и тогава направил извънредно дълбоките философски изводи, че математическият анализ е затворен сам в себе си, защото няма как да се излезе отвъд границите на борелевските множества.

По-нататък следва една драматична история – в Русия, на семинара на Лузин, е открита грешка. Лузин имал един много талантлив ученик, Суслин [14], който построил пример за борелевско множество, чиято проекция не е борелевска. Сега проекциите на борелевските множества се наричат суслински или А-множества; Лузин ги наричал аналитични. На тях е посветена цяла книга [12], от която се заражда съвременната дескриптивна теория на множествата.

Това е пример не просто за неправилна хипотеза, а за неправилна теорема, която послужва като тласък за създаването на цяло направление в математиката.

Каква математика да се преподава

– **Разговорът относно основите на математическия анализ ни довежда до още един сюжет. Ясно е, че за много нематематици, говорейки условно, за филолозите и биолозите, е нужна математика и тя трябва да им се преподава.**

– Е, на филолозите едва ли... Най-много статистика за стиховедство.

– **На лингвистите.**

– На лингвистите – да. На биолозите – разбира се.

– **Добре, а за какво им е нужна тя? Първото съображение е тривиално. Да речем, на всички е нужна статистиката; тя е част от математиката. На биолозите са нужни диференциални уравнения.**

– Само у нас математическата статистика е част от математиката. На Запад математическата статистика и теорията на вероятностите образуват отделен раздел на науката, който по обем е равен на математиката, а даже я превъзхожда.

– **В целия Запад или само в САЩ?**

– Не знам точно.

– **Ако в САЩ, то е ясно защо.**

– Да, от практически съображения. Застраховане и така нататък.

– **Ето на, първото, което трябва да се преподава, грубо казано, е съвкупността**



В.А. Успенски. 2012 г.

от навици, в някакъв смисъл инженерни. А втората причина е това, че математиката „поставя“ мозъци. Хората трябва да разбират смисъла на логическите твърдения, да разбират, че той може силно да се променя от изменението на словореда, че кванторите не трябва да се разместват. „За всеки епсилон съществува такава делта, че...“ и „съществува такава делта, че за всеки епсилон...“ – това са съществено различни неща.

– Това е главното.

– Разбира се. Но правилно ли е това да се преподава въз основа на класическия анализ, на езика епсилон-делта? Или вече за тази цел си струва да се вземе някакъв друг раздел на математиката? Аз

огледах изпитната програма в нашия факултет по биоинформатика. Врѣх там беше лемата за компактност на сферата.

– Това не им е нужно. Това и в мехмат може да се окаже сложно за първокурсниците. В Русия навсякъде постѣпват така. Вземат мехматското образование и в различни места го подрязват, кога повече, кога по-малко, а понякога, да кажем, във ВМК [15 (Сѣкращение от Изчислителна Математика и Кибернетика; бел. прев.)], оставят почти същото. В мехмат е ясно защо епсилон-делта: математическият анализ трябва професионално да се усвои. Но навсякъде се преподава неправилно.

– А как е правилно?

– Как е правилно, аз не знам. Преди всичко трябва правилно да се означат целите. Може би целта е да научим хората на логика? Аз преподавах много години математическа логика на лингвисти...Е, например, кое е отрицанието на твърдението „в тази аудитория всеки от студентите знае поне един от двата езика – баскски или чукотски“ [16]? Ето въз основа на такива примери трябва да се обучава.

– Като че ли това по нищо не се различава от епсилон-делта.

– Правилно. Това не се различава по целите и по метода, но е значително по-нагледно.

– Това е за лингвисти. А за биолозите?

– За всички. Каква е разликата?

– Може би биолозите изобщо не трябва да се обучават по това, доколкото не се вижда къде в биологията това би било съществено. Лингвистите трябва да виждат структурата на изречението.

– Всички говорят на език – всички трябва да виждат структурата.

– На мен ми се струваше, че биолозите трябва да се обучават по материал от комбинаториката. Да разберат разликата между схема с връщане и схема без връщане [17] – това изисква горе-долу същото интелектуално усилие, каквото е нужно, за да се разбере порядѣкът на кванторите.

– Не съвсем. Вие сте прав, че това е усилие със същата трудност. Но по съдържателност – не съм съгласен. Какво да се преподава на биолозите — Вие ще кажете. *Вие знаете по-добре*. Това не трябва да се определя от математиците, които искат да обучават всички на всичко, а от онези които са обучавани. Какво да се преподава – *не е известно*. Какво да се преподава в училището – това никой не знае.

– **Вероятно аз подходах не откъм правилната страна. Има две области на математиката, които се занимават с прости и много естествени обекти: логиката, която фактически работи с езика, и комбинаториката, която оперира с предмети.**

– Комбинаториката се занимава с множества. Затова се появяват кванторите. И ето една съвсем проста задача: в Швейцария всеки знае не по-малко от три измежду четирите официални езика. Да се докаже, че всеки трима швейцарци могат да разговарят на един общ език. Това е едновременно комбинаторика и логика.

– **Вероятно правилният курс трябва да се състои от такива неща. Ако смятате, че съществува цел на преподаването на математиката на „естествените“ учени, освен инженерната...**

– Ломоносов е казвал, цитирам това по моята брошура [18]: „Математиката вече затова трябва да се обича, защото тя поставя ума на място“.

– **... от какво трябва да се състои такъв курс?**

– Грешите, като предполагате, че знам. Но приемам, че в него комбинаториката трябва да заема голямо място. В частност, такъв сорт задачи: има монети, някои от тях са фалшиви и с колко на брой претегления трябва да се определи кои са такива. Може да има различни схеми.

– **Все-пак това по-скоро показва как трябва да се преподава математиката в биологическото училище. Това е равнището на интересните задачи и на общото развитие. А аз питам трябва ли да се преподава нещо систематично.**

– Отново се налага да подходим откъм другия край. Преди много време някой ми каза, че „трябва“ е безсмислена дума. Правилно е „трябва за нещо-си“. И тогава решавайте.

Същият този Лузин, когато постъпил в гимназията, „първоначално показал пълна неспособност спрямо математиката в онази форма, в която тя е била преподавана (заучаване на правила и действия по шаблони)“ [19].

Любими лектори

В живота ми имаше двама съвършено гениални лектори. Посещаването на техните лекции беше пълна наслада. При това, помня това много добре, макар че да ги посещавам беше наслада, подобно на ходенето на концерт, ако лекцията се отменяше, аз се радвах. Защо? Не знам, някаква психология – аз не можех, а и сега не мога да обясня този механизъм.

Тези лектори бяха Пьотр Сергеевич Новиков и Израил Мойсеевич Гелфанд. И двамата изнасяха лекции в мехмат, в старото здание на Махавой. Те имаха абсолютно противоположни стилове.



П.С.Новиков



И.М.Гелфанд

Лекциите на Новиков често се състояха от поправки към предишните: той поправяше неточности и даже грешки. Общувахе със студентите, бих казал, повишено любезно. Студентите бяха малко – това бяха незадължителни лекции по дескриптивна теория на множествата, факултатив за желаещи. Присъстваха 12 души, а и по-малко. Спомням си един неприятен момент, когато дойде служителка от деканата и записа кой е от мехмат – оказаха си трима.

Хората бяха така малко, че веднъж, когато не можех да присъствам на следващата лекция, аз го предупредих – отсъствието ми би било забележимо. Неговата реакция беше съвършено неочаквана – той каза: „Добре, ще я отменим“. Аз го предупредих преди лекцията и той я започна, като обяви, че следващата лекция ще бъде не според програмата, а през една.

Между постоянните слушатели беше Есенин-Волпин. И ето Новиков казва: „А сега ние ще трябва да въведем цяло множество символи“. Есенин-Волпин, естествено, пита: „А какво е това символ?“ („Уикипедия“: „В основата на математическите и философските възгледи на Есенин-Волпин е неговият краен скептицизъм – отрицанието на всички приемани на доверие абстрактни понятия“. – М.Г.). И цялата лекция отива за поясняването на това какво е символ. При това аз бях записал всичко, моите конспекти даже бяха пропътували до Воронеж като ценна пратка. Дескриптивната теория на множествата е тежък предмет.

Сега за Гелфанд. Обмислено е всичко до последната дреболия. Необикновено изящно. Той някога се беше изразил: „Моцарт! Той не прави грешки!“ (Това се отнасяше за Колмогоров, който към края на живота си наистина допусна няколко грешки и много се разстройваше.) И ето той самият с изяществото на стила на своите лекции беше като Моцарт. Беше учебната 1950/1951 година, задължителни лекции по интегрални уравнения за четвърти курс. Изнасяха се в една от големите, но плоски аудитории (най-големите аудитории бяха амфитеатрални).

Лекциите са задължителни за четвърти курс, но идват да ги слушат от други курсове, от други факултети (притичват от физическия) – седят на первазите на прозорците, висят на полилеите. Говори много ясно, но един път аз нещо не разбрах. Пратих му бележка, че еди-кой си въпрос не мога да разбера; не се подписах. Той прочете бележката и каза: „Е, само пълен идиот може да напише това. Той нищо не е разбрал от самото начало и не е ясно какво изобщо прави тук“. Изказа се по пълна програма.

Аз се вбесих: „Мамка ти – аз съм студент, а ти си професор, аз мога нещо да не разбера, а твое задължение е да обясниш – е, или пък да кажеш, че сега не е удобно и ще обясниш след лекцията – но не да нагрубяваш“.

А освен това той имаше привычка да посочва с пръст произволен студент и да го изважда на дъската. И ето, че ме посочва, съвсем случайно: „Ето стигнахме до такъв момент, какво трябва да правим по-нататък?“ Аз знам, но отговарям: „Не знам“. Той пита: „Как така не знаете?“ И започва да ми крещи. Когато спря да крещи, аз казах: „Не знам, защото забравих очилата си вкъщи и не виждам“. Аз наистина бях забравил очилата си, но с известно напъване, от втория ред можех да прочета, макар и с труд, и затова разбрах всичко и записах. Той казва: „Тогава какво правите тук?“ И ето тук аз му се озъбих: „Тук съм, защото присъствието ни е задължително“. Пак ще кажа: хората седят на первазите на прозорците, идват от други курсове и от други факултети и въобще това е огромно събитие – лекциите на Гелфанд. Какво можеше да ми каже? – „Сядайте“.

Ясно ми е, че си навлякох беля на главата. После идва изпитът. При Гелфанд изпитът протича така: той пуска наведнъж двадесет души. На всеки дава задача, отделна за всеки, а сам той се разхожда и наблюдава. Ако си решил задачата, можеш да избираш: на момента да ти пише тройка или, ако претендираш за повече, отново ти се дава задача, вече на следващо равнище и всичко се повтаря вече на следващо ниво.

На мен той ми дава задача, казано на руски език, гадна. Все се ругая, че тогава не я записах. Няколко години я помнех, а после ми се изтри от паметта.

Не мога да я реша. Той ме поглежда с голямо удовлетворение – разбира се, че ме е запомнил. Така протичат два часа. Изпитът още продължава, някой влиза, някой си отива. Той вижда, че аз нищо не съм направил. Приближава се и пита: „Е, как е при Вас?“ Аз казвам: „Ето, имам някои съображения“. Той отново започва да крещи: „Мен не ме интересуват Вашите съображения! Мен ме интересува, решили ли сте задачата или не сте. Ако сте я решили – пишете решението. Ако не сте я решили – така и кажете: „Не съм я решил““.

По-нататък стана нещо невероятно. Стори ми се, че от този крясък в мозъка ми се разкъса някаква ципа. Даже като че ли се раздаде звук. И в същата тази минута задачата беше решена. Разбира се, през всичкото това време, докато аз мислех върху задачата, нещо е ставало вътре в мен – в далака ми и в родствениите органи. Но ето че от крясъка всичко се реши. И тогава му казвам с възможно най-ехиден глас: „Извинете, Израил Мойсеевич, аз мислех, че Вас Ви интересуват моите съображения, но ако Вас Ви интересува само решението, ето го“. И му написвам решението. Ние и двамата се шашардисахме по един и същ начин. Той виждаше, че аз нищо друго не съм написал... Но трябва да му се отдаде дължимото, той не понечи да ми дава друга задача: тази задача вече беше за „шестица“. С отвращение ми написа „петица“ и аз си тръгнах.

А по-нататък става следното. Наближава края на моята аспирантура. Крайният й срок е 15 ноември 1955 г. Настъпва пролетта на 55-та година, а дисертацията ми все още не е написана. Тя цялата е в главата ми, имам и публикации – просто трябва да седна и да пиша. И ето че жена ми взема извънредно странно решение – за да напи-

ша дисертацията, трябва да отида в курортния град Паланга, в пансионата на Съюза на писателите. Защо се наричаше „пансионат“, не е ясно – там давах само подслон, нямаше никакъв пансион – храни се, където искаш.

Дадох ми стая под покрива, която страшно се напичаше. Беше ми скучно да пиша дисертация и затова отначало редактирах направения от Есенин-Волпин превод на книгата на Клини „Увод в метаматематиката“. Превеждайки Клини, Есенин-Волпин извърши, разбира се, цял подвиг, но заедно с това ми създаде доста затруднения. По-късно аз написах голяма статия в „Успехи математических наук“, а след това започнах трескаво да пиша дисертацията, дописах я в Москва, дадох я за отпечатване и успях да се защита в срок.

И така, пристигам аз в този пансионат и първият, когото виждам, е Гелфанд с неговото семейство – със Зоря Яковлевна и тримата им сина, най-големият от които, Серьожа, беше на 11 години; това беше Вашият баща. Гелфанд също ме вижда. На лицето му се изписват смесени чувства. От една страна той не може да ме търпи, както изяснихме това още на следващия ден. Както и аз него. Но от друга страна там са само писатели, при това половината от тях са литовци и аз съм единственият, с когото може да разговаря. Няма повод за сближаване, но става ето какво: токът спира. Там има няколко табла с превключватели, с бушони, а нещо е изгоряло.

И той казва следното: „Вие бягайте по етажите и там развъртайте и завъртайте крушките, а аз ще стоя на първия етаж и по Вашите указания ще сменям бушоните в централното табло. Това нали е по Вашата част“ (тогава нямаше компютри, главното приложение на логиката бяха релейно-контактните схеми). Аз започвам да бягам и разбирам какво е станало: изчислявам изгорялата крушка и съответния изгорял бушон; едно по едно нямаше да свърши работа. Тогава бях млад и в главата ми нещо все още работеше. Посочих му съответния бушон, той го смени и всичко заработи. По-нататък ние вече доста бързо се сприятелихме.



Владимир Успенски и Михаил Поливанов,
края на 1940-те години

Той ме попита с какво се занимавам, аз му отговорих и той каза: „Е добре, изнесете ми лекции по теория на алгоритмите“. Седнахме на една пейка и аз му изнесох три лекции, като даже му разказах една своя теорема – такава, която може да се изложи на пръсти даже заедно с доказателството: да разгледаме изчислими функции, чието множество от стойности е безкрайно; самата съвкупност от техните програми не може да бъде множество от стойности на изчислима функция. Това е доста просто и

доказателството му е красиво, но някак-си преди мен никой не е съобразил, че може да има такава теорема. Разказах му я, хареса я.

А в края на третата лекция казах, че спирам лекциите. „Защо, какво има?“ А ето защо: забелязах, че до пейката, на която седяхме, се приближи тригодишно момченце и започна да си прави някакви пясъчни фигури, а Гелфанд се заинтересува от това и с едно ухо ме слушаше, а сам той се обърна нататък и започна с увлечение да строи къщички. „Вие престанахте да ме слушате, значи, вече стига: не Ви упреквам, но стигнахме до естествения край“.

Когато вече трябваше да си заминаваме, той ми каза: „Вие сега завършвате аспирантурата; аз Ви взимам в моя отдел в отделението по приложна математика“ (това отделение неколкратно превишаваше по численост, влияние и финанси Математическия институт на Академията на науките, към който се числеше) – „А какво ще правя там?“ – „Ние с Вас ще пишем книга. Там ще трябва да обхванем цялата математика, но не просто като общо въведение, а във всеки раздел ще вземем по една ярка теорема. Ето, сега ще Ви разкажа и ние ще обсъдим“. Е, „да обсъдим“ – казано е просто така, а аз слушах със зяпнала уста. Теорема за това как са построени някакви повърхности от трети порядък, нещо такова. Теорема за някакви функционали. Теорема за това как решенията на някои диференциални уравнения се закривяват нанякъде. Взимаме тези раздели и пишем, ще обсъждаме, Вие ще записвате.

Отидох при А.Н. Колмогоров, той е мой учител (както между впрочем и на Гелфанд). Казах му, че ме е поканил Гелфанд, това е голяма чест. „Да, голяма чест. Но ще Ви кажа какво ще стане по-нататък. В течение на една година, а при повече късмет и на две, Вие ще бъдете неговата любима играчка. След две години той ще забрави за Вашето съществуване“. Както по-късно ми казаха някои от учениците на Гелфанд, които добре го познаваха, така и щеше да стане. Поради това аз предпочетох да не рискувам и тръгнах по пътя, който ми предложи Колмогоров – в мехмат на МГУ.

Бележки (съставени от М. Гелфанд)

1. Иван Матвеевич Виноградов – специалист по теория на числата, дълги години е бил директор на Математическия институт „В.А. Стеклов“, прославил се в това си качество със своя антисемитизъм.

2. B.M. Harvey et al. Topographic representation of numerosity in the human parietal cortex // Science. 2013. V. 341. P. 1123-1126.

3. Ю.И. Манин: „Не ние избираме математиката за своя професия, а тя нас ни избира“. Троицкий вариант – Наука № 13 от 30.09.2008 (<http://goo.gl/NMj1Gm>).

4. Диагоналът на квадрата е несъизмерим (не се изразява като дроб с целочислени числител и знаменател) с неговата страна; това е еквивалентно на ирационалността на квадратния корен от двойка.

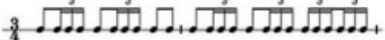
5. В.А. Успенский, А.Л. Семенов. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения. М.: Наука. 1987 – 288 с.

6. Основател на класическата алгебра. От прозвището му „Ал-Хорезми“ (хорезмиец)

произхожда думата „алгоритъм“.

7. <Водката> Three Olives (<„Трите маслинки“>), се произвежда във Великобритания от 1998 г., но там не се продава, а се продава в САЩ.

8. Альберт Швейцер. Иоганн-Себастьян Бах. Пер.: М. Друскин. М.: Музыка, 1964 – 728 с.

9. 

10. Тернарен проблем на Голдбах: всяко число, по-голямо или равно на шест, е сума от три прости числа.

11. Henri Leon Lebesgue – автор на съвременната теория на интегрирането (така нареченият интеграл на Лебег).

12. Nicolas Lusin. Leçons sur les Ensembles Analytiques et leurs Applications. Gauthier-Villars, 1930.-Р. xvi+328. (Виж също В.А. Успенский. Приносът на Н.Н. Лузин в дескриптивната теория на множествата и функциите: понятия, проблеми, предсказания // Успехи математических наук. 1985. Т. 40. Вып. 3 (243). С. 85-116.).

13. А. Лебег. Предисловие към книгата на Н.Н. Лузин „Лекции по аналитични множества и техните приложения“. Превод от френски: В.В. Успенски // Успехи математических наук. 1985. Т. 40. Вып. 3 (243). С. 9-14

14. Михаил Яковлевич Суслин – автор (съвместно с Н.Н. Лузин) на теорията на аналитичните множества (А-множества).

15. Факултет по изчислителна математика и кибернетика към МГУ.

16. Отговор: „В аудиторията ще се намери поне един студент, който не знае нито баски, нито чукотски език“.

17. Например, да решим тези две задачи.

(1) В кутията има 2 черни чорапа и 2 сиви. От кутията (без да гледаме) вадим един чорап и после още един. Каква е вероятността извадените чорапи да са чифт с еднакъв цвят? Отговор: 1/3.

(2) В кутията има 2 черни чорапа и 2 сиви. От кутията (без да гледаме) изваждаме чорап, поставяме го обратно и после отново вадим чорап. Каква е вероятността извадените чорапи да са с еднакъв цвят? Отговор: 1/2.

18. В.А. Успенски. Математическо и хуманитарно: преодоляване на бариера. Изд. 2е. М.: МЦНМО, 2012 – 48 с.

19. „Уикипедия“. Статията „Лузин, Николай Николаевич“.

Журнал „Троицкий вариант“ №2 (146) 2014

(В.А. Успенский. „Математика – это гуманитарная наука“ – Интервью на М.С. Гелфанд, 28 януари 2014 г. Сп. „Троицкий вариант“ № 146 (2014), с. 4-6)

Превод от руски: **М. Бушев**

SCIENTIX, ОБЩНОСТ ЗА НАУЧНО ОБРАЗОВАНИЕ В ЕВРОПА

О. Йорданов

В съответствие с целите на Лисабонската декларация и с утвърждаването от Европейската Комисия, че има нужда от насърчаване на по-широко проучване на методологиите в областта на научното образование в началните и средните училища и за подкрепа на мрежите на учителите, от декември 2009 г. стартира нова, веб-базирана информационна платформа за научно образование в Европа – Scientix. Нейната цел беше да се осигури редовно разпространение и споделяне на постигнатия напредък, ноу-хау и най-добрите практики в областта на научното образование и да обезпечи механизъм за обратна връзка.

Scientix е проект, управляван от Европейската Училищна Мрежа (EUN) от името на ГД „Изследвания“ и финансиран по 7-ма рамкова Програма.

Европейската училищна мрежа (<http://eun.org>), създадена през 1997 година. Тя е уникална неправителствена организация от 30 министерства на образованието в Европа, която предвижда големи европейски образователни портали за обучение, преподаване и съвместна работа и има водеща роля в постигането на промяна в образованието чрез използването на нови технологии (NT). Нейната основна цел е преодоляване на причините за липсата на интерес към математика, природни науки и техническо образование (MST), по-специално развитието и разширяването на начините, по които се преподава наука. Този подход е от съществено значение за засилване на интереса на учащите се към тях.

Порталът <http://scientix.eu> е достъпен на шест европейски езика. Основната група потребители са учителите, но аудиторията е много по-широка – от научни работници и изследователи до ученици, родители и политици и всички заинтересовани.

Проектът предлага ресурсно хранилище на стотици учебни материали от Европейски проекти, научни съобщения и възможности за достъп до документи; възможности за подаване на заявка за превод на учебни материали на всеки от 23-те езика на Европейския съюз. Платформата предлага онлайн общуване, включително във форум и чат стаи, онлайн новини с включени международни научни теми, свързани с образованието, и календар на предстоящите събития. Една ценна придобивка е възможността за онлайн обучение и редовно получаване на месечен бюлетин за регистрирани потребители. Платформата е динамична и фокусирана към потребителите.

Scientix предлага:

- * **Ресурсно хранилище:** чрез лесно за използване онлайн хранилище Scientix предлага стотици материали за преподаване, научни съобщения и възможности за достъп до документи на едно и също място.

- * **Превод** по искане на учебни материали на съответния език.

- * **Общуване**, включително дискуссионен форум и чат стаи.

* **Новини и събития:** Scientix предлага онлайн информационна служба с участие на международни теми за научното образование; календар на предстоящите събития и възможности за обучение.

* **Бюлетин:** бюлетина на Scientix се изпраща веднъж месечно на регистрирани потребители.

През първите 3 години на проекта SCIENTIX учителският панел www.scientix.eu подкрепи редица дейности като: изграждане на научни и педагогически критерии за събиране на съдържание; анализиране, коментиране и рейтинг на SCIENTIX учебни материали и ресурси; даване на обратна връзка за използваемостта на портала и неговите услуги, принос в подготовката на Европейската конференция; мониторинг на разпространението на проекта на регионално и национално ниво; като подпомогна участие в национални и международни конференции и събития, за да се представи проектът, и даде възможност за активно участие в общностите от практики, достъпни на портала.

Сега SCIENTIX направи следващата стъпка – започна втората част на проекта. Какво трябва да направите, за да използвате ресурсите му? – Най-напред трябва да се регистрирате в платформата www.scientix.eu.

– Разгледайте учебните ресурси, качени в платформата, и поискайте превод на български език.

– Използвайте ги в своето преподаване.

– Участвайте във форумите, проучванията и в рейтинга на ресурсите.

– Абонирайте се за новините, за да следите различните дейности.

На Европейската конференция на SCIENTIX, която се проведе на 6-8 май 2011 г. в Брюксел, беше обсъдена ролята на научното образование за разрешаването на настоящите обществени проблеми, за стратегията на ЕС за Европа 2020, трансграничното сътрудничество, учебните програми и модели за оценка. Направено беше обучение за използването на ресурсното хранилище и обучение на преподаватели. Материалите от конференцията са достъпни онлайн: <http://www.scientix.eu/web/guest/conference>

Европейска конференция на Scientix 2 ще се проведе на 24-26 октомври 2014 в Брюксел. На нея ще бъдат поканени 550 участници и EUN ще покрие настаняването в хотела за всички, както и 200 самолетни билета за учители, които ще бъдат селектирани в зависимост от активността им в платформата www.scientix.eu.

Подробности за възможностите на проекта и за Европейска Училищна Мрежа (EUN) вижте тук: <http://ceca-scientix.blogspot.com/2013/12/scientix-o.html>

Указание как да се регистрирате и използвате ресурсите на платформата може да видите тук: <http://ceca-scientix.blogspot.com/2013/12/scientix.html>

До момента има регистрирани в платформата 2080 члена и има качени 638 учебни ресурса, които могат безплатно да се използват от всички, регистрирани с платформата. Година след година Европейската комисия финансира стотици проекти за подобряване на научното образование в Европа. След завършване на проектите придобитите знания и резултатите рядко излизат извън рамките на партньорите на проекта.

С проекта „Scientix“ ГД „Изследвания“ към EUN има за цел да осигури постигането на знанията и резултатите от проектите до по-голяма аудитория от учители, бъдещи политици и бъдещи ръководители на проекти. Това е една важна придобивка и за преподавателите по физика и астрономия в нашата страна с възможностите за превеждане на материалите на български език и участието в онлайн обученията.

Европейската комисия възнамерява да инвестира повече в образованието и изследователските проекти.

Инвестицията в образованието днес ще ни даде стабилно обществено развитие в бъдеще.

Използвана литература

1. „Scientix, Community of Science Education, Europe“, Àgueda Gras-Velázquez, European Schoolnet, Brussels, Belgium.
2. „Scientix: The new Internet-based community for science education in Europe, E. Gerard, À. Gras-Velázquez.
3. <http://scientix.eu>.

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 16 лв., за пенсионери и студенти – 8 лв.

Ако желаете да се абонирате – пишете на worldofphysics@abv.bg

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

София

- Книжарницата на БАН: София 1000, ул. “15 ноември” № 1, тел. (02) 987 97 86
- Книжарницата на Математически факултет на СУ “Св. Климент Охридски”: София 1164, бул. “Джеймс Баучър” 5
- Книжарница “Нисим”, бул. “В. Левски” 59
- Съюз на Физиките в България, Физически факултет, СУ “Св. Климент Охридски”: София 1164, бул. “Джеймс Баучър” 5, Снежана Йорданова, тел. +359 2 62 76 60, e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg

Варна

Народна Астрономическа Обсерватория и Планетариум „Николай Коперник“, Приморски парк 4

МАРИЯ КЮРИ: В ЛАБОРАТОРИЯТА И НА БОЙНОТО ПОЛЕ

Л. Бадаш



Вече почти един век лекарите правят рутинно рентгенови снимки на счупени кости или рани, в които са влезли чужди твърди материали. Това диагностично средство е толкова мощно, че да не се използва изглежда почти средновековно. Изненадващо да се каже, че макар веднага след 1895 г., когато Вилхелм Конрад Ръонтген открива Х-лъчите, наречени така от него, да е имало много на брой, но дребни медицински приложения, трябвало две десетилетия по-късно касапницата на Първата световна война да принуди тази радиография да стане нашироко прилагана.

Изненадващото за тази промяна, че не лекар я стимулира, поне в една страна. Фактически, това е физик, чийто предишен опит с рентгеновите лъчи е минимален, това е жена, рядкост за подобна професия, обикновено враждебна

към нейния пол, а също и личност, презирана в осиновилата я страна като хищна (безскрупулна) чужденка, която се опитала да развали семейството на свой колега. Животът на Мария Кюри представлява низ от препятствия, които тя трябва да преодолява едно след друго, а и работата ѝ с рентгеновите лъчи през време на войната не прави изключение. Тя илюстрира не само нейната голяма техническа компетентност и упоритост, но и нейното високо ниво на организаторски и управленски таланти.

Откриване на рентгеновите лъчи

Когато Ръонтген прави своето историческо откритие, той е почти неизвестен професор по физика в университета в град Вюрцбург в Германия. С трескава работа, проведена тайно даже и от неговите асистенти, Ръонтген напълно изследва това странно лъчение, което има забележителното свойство да прониква през непрозрачни вещества. Обикновената светлина може, разбира се, да преминава през прозрачни твърди вещества като стъкло. Но мистериозната еманация, която може да мине през дебела хартия, дърво и дори метален лист, е нещо твърде изключително [1].

Първоначално Ръонтген забелязва това явление при тестване на катодно-лъчева тръба. Новите лъчи, излъчени от тръбата, но съвсем различни от обикновените катодни лъчи, причиняват светене на екран от луминесцентни кристали в затъмнената му лаборатория. Когато той поставя твърди материали на пътя на снопа, техните контури се показват върху екрана. Търсейки начин да запише тези силуети, Ръонтген замества луминесцентните кристали с фотографски плаки. Най-забележителната снимка е на ръката на жена му: меката тъкан е едва очертана, костите са излезли с по-остър контраст, а нейните пръстени, по-плътни от костта, са най-ясно видими.

Около 1 януари 1896 година, няколко седмици след своето важно откритие, Ръонтген изпраща до водещи физици в цял свят статията си за новото явление, илюстрирана с впечатляващи фотографии. Благодарение на факта, че апаратурата, необходима за получаване на Х-лъчите – круковски вакуумни тръби с метален катод, батерии, високоволтов трансформатор и токов прекъсвач, както и фотографски плаки – са нещо обикновено във всички физични лаборатории, откритието веднага се повтаря на много места.

Пресата е много доволна от тази лесно разбираема новост. Това откритие, наситено с многобройни приложения, някои просто свързани с капризи, а други с перспектива, става най-забележителното научно събитие на века, надминато само от демонстрацията на ядреното делене над Хирошима 50 години по-късно. Апаратурата за Х-лъчи е достъпна на пазара. Всеки желаещ може да си постави ръката на снопа пред луминесцентен екран и да види костите си през засенчен отвор към него. Измежду другите, и Томас Едисон предлага този рискован опит като забавление в развлекателните паркове.

Но не всичко е тихо и спокойно. Споменава се, че някои жени си купуват набраздено с оловни нишки бельо, за да се крият от надничашите погледи на лекарите. И никой всъщност не знае какво са х-лъчите. Самият Ръонтген е доста несигурен в тяхната природа и сигурно затова назовава откритото от него лъчение „Х“.

Широката публика, която няма представа какво се извършва в една лаборатория, възприема Ръонтген като типичен учен. Когато един репортер го пита какво мислел, докато прави откритието, той отговаря „Аз не мислех, аз изследвах“. С други думи, природата е книга, която трябва да се чете с педантично изследване, а ролята на учените е просто безпристрастно да записват данните. Той даже май споменава, че мнението им не е особено важно.

Лекарите веднага осъзнават важността на Х-лъчите при определяне на счупени кости и локализиране на чужди тела. Още през 1896 г. например, Гилман Фрост, лекар от Хановер, Ню Хампшир, помага на брат си Едуин, също лекар, но в Дартмуд, да използва рентгеновото изображение на счупеното рамо на едно момче, за да го намести. Наскоро след това Майкъл Пюпин от Колумбийския университет прави рентгенова снимка на ръката на един адвокат от Ню Йорк, надупчена от сачми на ловджийска пушка. Тази снимка също предизвиква сензация. Преди откриването на рентгеновите лъчи хирургът, който трябва да се справи с подобно ловно произшествие, е трябвало да търси на сяло и да рови болезнено в окървавения тъкан, за да усети парченцата

метал и да ги отстрани. А сега рентгенова снимка може да покаже броя на частиците и положението им, а това да доведе до по-добра хирургична намеса и по-бързо възстановяване на пострадалия.

Радиоактивност

В началото на 1896 г. в Париж, не по-малко, отколкото в други градове, се говори за новите Х-лъчи. На поредното седмично събрание на престижната Академия на науките Анри Поанкаре изказва предположението, че всички луминесцентни тела биха могли да излъчват Х-лъчи, защото излъчването, излизащо от светлата точка върху стъклената тръба, се появява от удари на катодните лъчи. Това е било наблюдавано първоначално, преди да се поставят метални мишени вътре в катодните тръби за постигане на по-добро фокусиране на Х-лъчите.

Бекерел, професор по физика в Музея по естествена история в Париж и експерт по луминесценция, решава да провери предположението на Поанкаре. Макар много физици да имат достъп до апаратура за получаване на Х-лъчи, малцина имат достъп до музейна колекция от минерали, които светят на тъмно. Бекерел живее в атмосферата на средата на 19 век, когато изучаването на луминесценцията е на мода. Баща му е също физик, а пионер в тези изследвания е дядо му.

Работната хипотеза на Бекерел е, че когато светят, някои от неговите минерали може би излъчват проникващите Х-лъчи. За да изключи видимата светлина, той увива фотоплаките в непронускаща светлина черна хартия, поставя луминесцентните камъни отгоре върху така опакованите плаки и този пакет поставя на перваза на прозореца, за да стимулира чрез слънчева светлина камъните. След няколко часа на слънце, той проявява плаките и установява в случая на уранови минерали осветяване.

Този резултат като че потвърждава идеята на Поанкаре и тази новия е докладвана в Академията. Скоро след това Бекерел прави изображения на монети и метални изрезки, поставени между урановите минерали и опаковъчната черна хартия. Той забелязва, че изображенията от урана са по-неясни и изискват много по-големи експозиции от направените фотографии с Х-лъчи от катодните тръби, които правят видимо изображение за около час. Така че тези уранови „Х-лъчи“ едва ли са обещаващи за медицински цели.

През следващите дни Бекерел подготвя още пакети с плаки и минерали. Но през цялата седмица зимното небе над Париж е облачно. Изчаквайки слънчево време, той поставя пакетираните плаки с минерали върху тях в чекмеджето на бюрото си. Следващото събрание на Академията наближава и Бекерел иска да остане в центъра на вниманието. Затова той проявява плаките от чекмеджето с презумпцията да докладва, че урановите минерали не излъчват проникващо лъчение, ако не са стимулирани от слънчева светлина.

Но изненадващо за него, плаките под урановите минерали са силно експонирани. Поради нежелание да изостави хипотезата си, Бекерел прави заключение, че неговите уранови съединения показват ново явление: дългоживуща фосфоресценция. Следващите експерименти с минерали, държани над плаки и на тъмно за все по-дълги

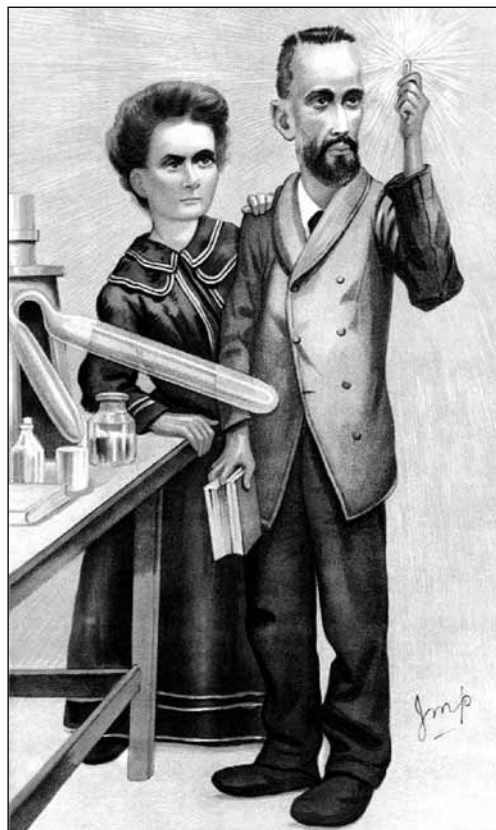
периоди, просто утвърждават увереността му, че се касае за нов вид флуоресценция. По-нататъшните изследвания му показват, че уранови съединения, които никога не светят, и дори самият метален уран генерират лъчение. По-този начин, си мисли Бекерел, откритата от него дългоживуща флуоресценция се разширява, включвайки и метали. Погледнато днес, неговото поведение е интересен пример на нежелание да се приеме радикално ново обяснение.

Елементът уран, открит през 1789 г. от Мартин Клапрот и именуван по названието на планетата, открита точно 8 години преди това (първата планета, която не е била известна в античния свят), не изглежда особено интересен. Основно се използва за получаване на сиво-жълтеникаво оцветяване на стъкло и керамика. Заради голямата му плътност са правени опити за включването на уран във военни бронировки.

По необясними причини Герхард Шмид от Университета в Ерланген се интересува в края на 1897 г. от урановите лъчи на Бекерел, след като другите вече са загубили интерес. Тогава той започва да търси подобно лъчение от други елементи, пак без да обяснява мотивацията си. Сред елементите, тествани от Шмид, само торият проявява подобна проникваща способност през непрозрачни материали, както и да йонизира въздуха. Нито Шмид, нито Бекерел не назовават явно тези лъчи като атомно явление, макар че тяхната работа подсказва, че и двамата са имали подобно разбиране. В статията си от февруари 1898 г. Шмид отбелязва високото атомно тегло и на двата елемента: тория и урана. [2] (вж. статията ми в Phys. Today Feb. 1996, p. 21)

Семейство Кюри

Точно два месеца след Шмид един физик от Париж независимо обявява откриването на активност от тория. Мария Склодовска, родена във Варшава през 1867 г., има еквивалент на магистърска степен по физика и по математика от Сорбоната. Систематичен изследовател, тя тества значителна част от Периодичната таблица за подобна активност. Тя има съпруг, Пиер Кюри, с международна известност, и новородена дъщеря Ирен, която ще получи през 1935 г. Нобеловата награда по химия заедно със съпруга си Фредерик Жолио, за откриване на изкуствената радиоактивност. Мария вече е публикувала една статия върху магнитните свойства на стоманата. Това изследване е поръчано, но



то може би е било и тест за нея дали сюжетът му е подходящ за докторска дисертация. Ако това е било така, сюжетът се е оказал неподходящ, защото тя избира темата си едва в края на 1897 г. [3].

Спомените на Мария Кюри и на дъщеря ѝ Ева са не съвсем верни за това, че темата на дисертацията е избрана да бъде в напълно неизследвана област [4]. Недопустимо е да се смята, че Кюри е пропуснала да прочете публикациите върху урановите лъчи в най-известните научни списания веднага след тяхното публикуване и е самозаблудна десетилетия по-късно да твърди, че странното излъчване на урана е било „terra incognita“. Кюри наистина заслужава признание, но не за скок в неизвестна сфера, а за избора на тема, която изглежда, че някои от най-добрите физици в Европа вече са считали за изчерпана. Не е ясно тя какво е очаквала да намери. Може би просто се е надявала до се добере до някои публикуеми остатъци, които биха били достатъчни за доктората, като ѝ спестят съревнованието в една „гореща“ област, в която тя би могла да се добере до сензационно откритие и да трябва да започва отначало.

Методът на Бекерел за детектиране на урановите лъчи по действието им върху фотографска плака е предимно качествен. Търсейки количествена оценка, Мария използва свойството на лъчите да йонизират въздуха. За детектиране на слабия ток, получаван от йонизацията, тя използва един превъзходен електрометър, който Пиер и брат му Жак са разработили няколко години преди това. По-късно Мария твърди, че е искала да тества всеки елемент (от Периодичната система), защото е била убедена, че има работа с проява на атомно свойство. Но в оригиналната статия липсва такова директно твърдение. Те просто отбелязват, че са изследвали многобройни метали, соли, окиси и минерали. Тези материали са им били предоставени от колеги приятели. За щастие, торият е измежду елементите, които тя тества.

Статията на Мария от април 1898 г. е повече от доклад за активността на тория. Когато тя тества урановата руда пехбленда, представляваща предимно окис на урана, нейният електрометър отчита по-висока активност от метален уран. Това подсказва, че в рудата присъства и друг активен материал. Възможността да бъде открит нов елемент е толкова обещаваща, че Пиер оставя своите собствени изследвания и се присъединява към усилията на жена си.

Допускането за нов елемент в пехблендата се потвърждава през юли 1898 г., когато семейството докладва за набиране на вещество, което е с 400 пъти по-активно от метален уран. Набраното количество е твърде малко, за да се направи химична идентификация по стандартните методи (разтваряне и утаяване в различни реагенти) или за спектроскопична идентификация, която по онова време е необходим метод за признаване на нов елемент, заедно с определянето на атомното тегло. Като указание за добрия си шанс да намерят наистина нещо съвсем ново, Кюри предлагат той да се назове „полоний“ по името на родината на Мария.

Статията от април 1898 г. е нещо повече от просто съобщение: в него Мария за пръв път въвежда термина „радиоактивен“ за описание на явлениято. В ретроспективен план, виждаме, че полоният е първият от много елементи, открити само благодарение

на радиоактивността си. Наистина, след формулиране на закона за радиоактивния разпад през 1913 г., този метод се признава за достатъчен при установяване на химичната идентичност на радиоелементите.

Полоният остава с бисмута в пехблендата през многобройните утаявания и само чрез сублимация е частично разделен от него. Когато извършват тези трудоемки процедури по почистване, Кюри забелязват, че бариевата фракция е особено радиоактивна. Сега вече към тях се присъединява и Густав Бемонт, главен асистент в химичната лаборатория на училището към община Париж, където работи Пиер, тъй като Кюри нямат опит в аналитичната химия. Повтаряйки фракционна кристализация, те добиват по-чисто вещество с грамадна активност, което изпуска достатъчно енергия, за да свети на тъмно. Ден след Коледа 1898 г. статията на триото е прочетена пред Академията и названието „радий“ влиза в употреба.

През първите години на новия век Ърнст Ръдърфорд, Кюри и шепа други учени достигат до разбирането, че лъчението от радиоактивните материали се състои от алфа- и бета-частици и електромагнитните гама-лъчи. Тази малка група открива актиния, „газовата еманация“ (радон) и още няколко други нови радиоелементи. Те разбират между другото, че алфа- и бета-лъчите са електрично заредени частици и че някои радиоелементи запазват излъчването си за дълъг период от време, а други увеличават или губят активността си за нищожно късо време.

Мария премества лабораторията си в училището на Общината от малкото килерче, където е работила дотогава, в един изоставен навес. Тя има нужда от повече място за увеличаващия се брой лабораторни съдове, в които се концентрира радият чрез фракционна кристализация. Първите фази на този процес са изключително трудоемки: химична обработка на големи количества остатък от пехбленда (руда от която уранът вече е извлечен) в казани.

Макар Мария да е физик, тя отговаря за по-голямата част от химичната работа, докато Пиер се фокусира върху физичните свойства на лъчите. Това са били героични години. Освен силното напрежение в изследователската работа и в задължителната преподавателска дейност, Кюри мръзнат през зимата и се задъхват от горещина през лятото в техния любим полуразрушен навес.

Това са и години на други важни дейности. През 1902 г. Мария определя атомното тегло на радия като 225, точно една единица по-малко от приетата днес стойност. Това е повече от подвиг, отколкото може да си представим. Измерванията на атомно тегло е област от тесен кръг специалисти от братството химици, експерти, които са се специализирали в непонятни процедури, като например да рафинират реагентите до изключителна чистота и да отстраняват абсорбираните газове по повърхността на стъклените съдове в апаратурата. За аматьор като Мария предприемането на подобна работа е вече геройство и нейният успех е впечатляващ.

Атомното тегло на радия, както и измерването на линейния атомен спектър, направено от техния приятел Еужен Демарсе, задоволяват изискванията за включване на новия елемент в Периодичната таблица на Менделеев. С това обаче и научната кариера

на Мария като че ли е изчерпана. Научната ѝ работа след 1902 г. се състои главно в подобряване на установените методи и получаване на радиоактивни материали, най-вече за медицински цели.

Пиер също „закръгля“ нещата. Заедно с един млад колега, Алфред Лаборд, той поставя едната част на термодвойка в епруветка с бариев хлорид, а другата част – в епруветка с несепариран барий и радиев хлорид. Те забелязват, че радиоактивната смес има с $1,5^{\circ}\text{C}$ по-висока температура от чистата бариева сол. Вниманието на широката общественост отново е привлечено, когато това открито през 1903 г. явление е превърнато от пресата в приложение за „реалния свят“, като напр. с половин килограм радий да се задвижи кола за обиколка около Земята. Радият става пример за всички радиоелементи като източник на неизчерпаема енергия (рог на изобилието). Той даже заплашва да подкопае основния стълб на науката на 19 век: законът за запазване на енергията. Тогава обаче този закон е спасен от Ръдърфорд и Фредерик Соди с тяхното обяснение на радиоактивността като атомно разпадане.

Славата на радия нараства, когато обществеността научава неговата цена (около 100 000\$ за грам) и способността му да разрушава туморните клетки. Болници търсят как да получат грам за терапия с негов сноп или да съберат радон, неговия газов дъщерен продукт, в тънки тръбички, които да се имплантират хирургично в раковата тъкан. Същите кристали, които Ръонтген карал да светят с х-лъчи, могат да светят и от радиоактивност. Малко количество радий и малко от тези кристали, смесени към боя, правят боята да свети на тъмно. Тази светеща боя се прилага в циферблатите на ръчни часовници, светлинни часовници и дори върху костюмите на танцьорки от нощни клубове. А пък богатшите могат да си пийнат светещи коктейли.



Изглежда разнообразието от радиоактивни медицински разковничета е безкрайно: паста, пластири, в кални процедури, в инхалатори, в питейна вода и т.н. А това, че някои хора са пострадали от това излагане на радиоактивност, се приемало като недостатък на продуктите. Опасността не е разкрита за обществеността до двадесетте години на миналия век, когато в Ню Джърси някои работници, които нанасяли

радий върху циферблата на часовници, умират. Те поглъщали токсични количества радиоактивен материал, тъй като при работата си изтънявали с език четките, с които нанасяли светещата боя. Но още през 1900 г. опасността вече е била известна в тесен кръг, когато Бекерел получава изгаряне на кожата след носене на тубичка радий в джоба на жилетката си, а Пиер Кюри нарочно, с цел проверка за въздействието на лъчите, си прави подобно изгаряне. Някои лекари били предупредени за такива клинични последиствия от прилагане на радия в дерматологията.

Макар Кюри да не са били бедняци, както някои митове го твърдят, те изглежда са давали за работата си и за дарения на радий всичко, което им е оставало от заплатите, както и от значителната награда, която получили, а именно половината от Нобеловата награда за 1903 г. 1903 г. е третата година, през която е дадена Нобелова награда, но значителната сума, която получават наградените, я прави забележителна от самото начало. Първата награда по физика е дадена през 1901 г. на Ръонтген.

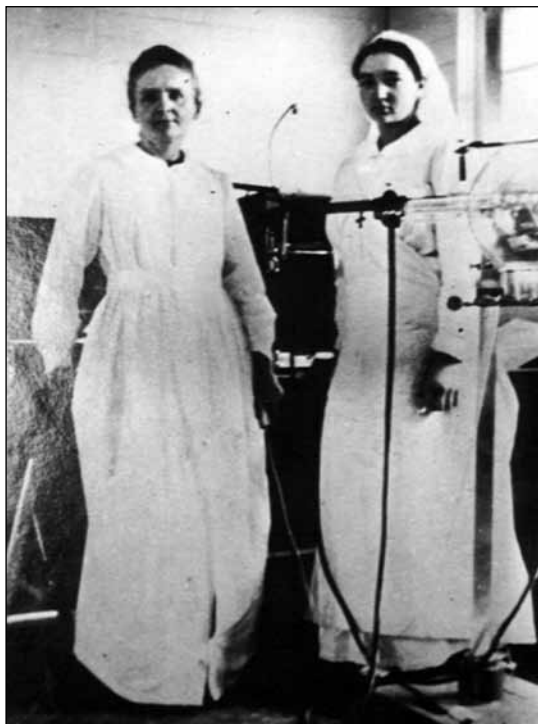
През 1900 г. на Пиер му е предложена професура в Женева, но той отказва, по-неже не иска да прекъсне работата си с това преместване. Вместо това, той приема една малка катедра в Университета на Париж, където основното му задължение е да обучава по физика студенти по медицина. Привлекателността на този пост е по-добрите условия за лабораторна работа. По това време Мария не би могла и да мечтае за професура, но все пак и е разрешено да стане ръководител на лабораторията на мъжа си. През 1905 г. Пиер е избран за член на Академията. Три години преди това, когато бил на 43 години, той е отхвърлен. Нещо обичайно било за такъв сравнително млад кандидат да бъде отхвърлен.

Малко след получаването на новата работа и лабораторни удобства, трагедията ги връхлита. През 1906 г., излизайки от работна среща, Пиер е блъснат и убит от теглен от кон фургон. Мария е дълбоко съкрушена, но с присъщата си упоритост тя решава да продължи работата. Съчувствието на обществеността кара ръководството на Сорбоната да я повиши, като поеме професорското място на загиналия съпруг.

Към края на първото десетилетие на 20 век тя е отхвърлена за член на Академията, вероятно защото е жена. След това тя никога повече не кандидатства. Даже самостоятелната Нобелова награда по химия през 1911 г. едва допринася за намаляване на враждебността към нея. (Лайнъс Полинг и Джон Бардийн са единствените други изобщо, които получават две Нобелови награди.) Но накрая нейните безкористни усилия да помага на ранени войници през войната, или просто забравата с времето, слага край на неприятелското отношение.

Първата световна война (1914-1918 г.)

Лекарите веднага оценяват значението на рентгеновите лъчи в медицината за диагностика (и терапия). Военните хирурзи са ентусиазирани да имат „апаратура за рентгенови лъчи“. Такава апаратура е използвана във военните болници по време на Италиано-Абисинската война (1896 г.), Гръцко-Турската война (1897 г.), Британските кампании в Тирах и Хайбер Пас (1897 г.), както и в Судан (1898 г.), на борда на аме-



рикански кораби в Испанско-Американската война (1898 г.), в Бурската война (1899 г.), Руско-Японската война (1905 г.), Балканската война (1912-13 г.) и вероятно във всеки друг конфликт от онова време, когато поне една от воюващите страни е технологично развита. [6].

Ясно е обаче, че медицинското приложение на рентгеновите лъчи има ограничение, свързано с необходимостта от специална апаратура, както и от обучен персонал. Даже и в най-големите градове се намират много малко места с подобен капацитет. Не е ясно защо този толкова полезен метод не е намерил веднага широко приложение. Може би заради тежките и неудобни за работа стъклени фотографски плаки, нестабилните рентгенови тръби и други технологични трудности. А възможно е и защото лекарите и физиците се движат в различни

кръгове и професията медицински физик изисква време за развитие и утвърждаване. Кюри разбира от известен френски радиолог, че рентгеновата апаратура е рядкост в армейските медицински групи, а съществуващите „рядко са в добро състояние или в добри ръце“. [7].

Едва по онова време медицината започва да се променя от занаят, на който се научават от някой опитен лекар, в професия от обучавани в университети специалисти, желаещи да използват най-новите инструменти. Липсват организации за запознаване с новостите. Каквото и да е обяснението за много ограниченото използване на рентгеновите лъчи в медицината, твърдението на Мария в книгата ѝ от 1921 г. *Радиологията и войната*, че в предвоенен Париж е имало изключително малко радиолози, звучи изненадващо, даже и да е вярно. [8]. Само много по-големият брой случаи на ранени през Първата световна война стимулира необходимостта за повече радиологични групи.

Грижите за ранените са се считали подходящи за жени. Но в житейския опит на Мария дотогава няма нищо, което да я е подготвило за задачата, с която тя ще се заеме през войната. Силното ѝ обществено съзнание обаче, подсилено от факта, че радият се е оказал скъпоценно медицинско средство, я кара да впрегне науката и технологията в полза на човечеството. Радият не дава възможност за прилагане на бойното поле, но рентгеновите лъчи от години са показали важноста си при такъв тип рани, каквито стават през война.

Да придобие необходимите познания по апаратурата за диагностиката с рентге-

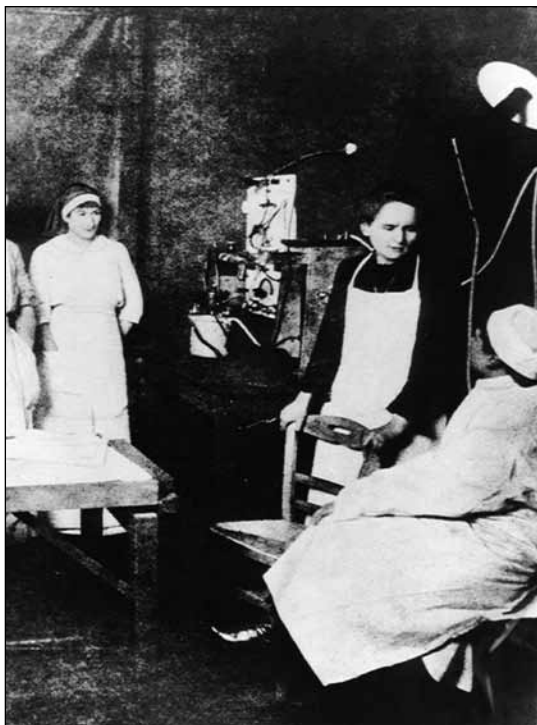
нови лъчи е малка стъпка за Мария. Но пък да намери финансиране, да се бори с бюрокрацията, да намери апаратура и превозни средства за нея, да докара технологията на бойното поле, както и да направи всичко това като жена в едно мъжко общество е било гигантски скок за нея.

Главните военни участници вече използват рентгенови лъчи, в първите години на войната бързат да обучат персонал и да екипират военните болници. Кюри обсъжда само положението във Франция в книгата си, но можем да приемем, че проблемите, с които тя се е сблъскала, са били навсякъде. Тя нарича френските радиологични служби в началото а войната „потресающе неадекватни“. В началото тя си осигурява работа като технически директор на радиологична служба на частна организация. След това превръща тази позиция в радиологична група към Военната здравна служба. В тази си роля тя отговаря за обучението на рентгеновия персонал и става чест посетител на болници и спешни отделения. Мария не само превозва оборудването към тези места, но и го пуска в действие и участва в изследването на ранени пациенти с рентгенови лъчи – задача, в която въвлича и непълнолетната си дъщеря Ирен. Мария дори се научава да шофира, нещо несрещано за жена в онези години, така че дори се отказва да ползва шофьор.

Военните ръководители вече признават ценността на рентгеновите групи в отдалечени болници. Но те реагират бавно в осъзнаване на голямата полза от такива мобилни станции близо до фронтовата линия. Отначало смятат, че ще са необходими само няколко такива станции. Но скоро научават, че бързото и точно определяне на вида на раната чрез рентгенови лъчи дава по-добра сортировка. А благодарение на това – и по-бърза и по-прецизна хирургическа намеса, както и по-бързо възстановяване.

Частни лица дават много автомобили, които са подходящи за мобилни станции, захранвани или от генератор, или от мотора на колата. Професори и инженери помагат да се монтира и се настрои екипировката, докато съпровождащият екип на тази *радиологична кола* (наричана гальовно „малката Кюри“) се състои от лекар, техник и шофьор, като всеки от тях би могъл при необходимост да изпълнява и задачите на другите.

Една типична рентгенова станция тежи около 100 кг без източника на захранване. Генераторите не могат да се



стандартизиран, защото във Франция се използва и прав, и променлив ток, а напрежението е от 100 до 200 V. Всъщност, избраните за фронтони болнични здания често изобщо нямат електричество, което прави и подвижните станции още по-необходими. Трансформаторът повишава напрежението на рентгеновата тръба до около 50 000 V, а рентгеновото изображение се прави с флуороскопия и с фотография. За флуороскопията, която е предпочитана като по-бърза, лекар гледа раната на пациента „в реално време“ на флуоресцентния екран. Рентгеновата фотография дава постоянен запис на видяното, но изисква тъмна стая – обикновено в самата кола.

Показателен за прогреса на рентгеновите тръби в новия век е коментарът на Мария, че сега е достатъчна експозиция само от една секунда за получаване на рязко изображение. Към края на войната в американската армия започват да използват тръби на Кулидж, които имат по-висока точка на топене на волфрамовите си аноди, които изместват старите платинови аноди и така се получават по-тесни снопове рентгенови лъчи. [10].

Опитните екипи са в състояние да приемат пациенти само час след пристигането си на мястото, даже понякога и след половин час. За цялата война някои коли правят рентгенова диагностика на около 10 000 войника. Костни травми са най-често срещаните наранявания. Рентгеновите екипи са информирани до известна степен за опасността за самите тях от радиацията, особено по време на флуороскопия. Те носят оловни престилки и ръкавици за избягване на дерматита.

Френските военни обучават няколко стотици техници. Когато този брой се оказва недостатъчен, Мария и Ирен обучават още 150 жени, които преминават интензивен курс от 6 до 8 седмици в Радиевия институт в Париж. Не е ясно как е приета тази новост – жени-техници на бойното поле.

Статистиката, която Мария докладва в книгата си за работата си през войната, е впечатляваща. Към края на 1918 г. Франция има повече от 500 стационарни или полустационарни и около 300 мобилни радиологични станции. Има към 400 френски лекари-радиолози с технически персонал от 800 мъже и 150 жени. През последните две години на войната почти един милион войници са били изследвани с рентгенови лъчи.

Тази медицинска методика, която до 1914 г. се използва много скромно, става вездесъща четири години по-късно. Към края на войната никой хирург не би и помислил да вади куршум, без предварително да е точно локализиран. Тази забележително бърза промяна в поведението и практиката се дължи особено много на усилията на Мария Кюри. Но затова е трябвало да има война, с нейната безпрецедентна касапница на млади хора, за да подтикне към тази огромна животоспасяваща работа.

Литература

[1] – За историята на рентгеновите лъчи, вж. O. Glasser, *Dr. W. C. Röntgen*; C. C. Thomas, Springfield, Ill. (1945); W. Nitske, *The Life of Wilhelm Conrad Röntgen: Discoverer of the X Ray*, U. of Ariz. Press, Tucson (1971); E. Grigg, *The Trail of the Invisible Light*, C. C. Thomas, Springfield, Ill. (1965); R. Brecher, E. Brecher, *The Rays: A History of Radiology in the United States and Canada*,

Williams and Wilkins, Baltimore, Md.(1969); B. Kevles, *Naked to the Bone: Medical Imaging in the Twentieth Century*, Rutgers U. Press, New Brunswick, N.J.(1997)

[2] – L. Badash, J. Chem. Education 43, 219 (1966); Am. J. Phys. 33, 128 (1965).

[3] – Освен работите, написани от Мария Кюри и от дъщеря ѝ Ева, информация за нейната биография идва най-вече от R. Reid, *Marie Curie*, Saturday Review Press / E. P. Dutton, New York (1974) и S. Quinn, *Marie Curie: A Life*, Simon & Schuster, New York (1995). Други източници включват научните статии на Кюри.

[4] – M. Curie, *Pierre Curie*, C. and V. Kellogg, превод, Macmillan, New York (1923), p. 94; E. Curie, *Madam Curie*, V. Sheean, превод, Doubleday, Garden City, N.Y. (1938), стр. 154.

[5] – A. Romer, *The Restless Atom*, Doubleday, Garden City, N.Y. (1960), стр. 31.

[6] – Вж. лит. 1: E. Grigg, *The Trail of the Invisible Light*, C. C. Thomas, Springfield, Ill. (1965), стр. 38, 48, 210–13, 855.

[7] – Вж. лит. 3, S. Quinn, *Marie Curie: A Life*, Simon & Schuster, New York (1995), стр. 361.

[8] – M. Curie, *La Radiologie et la Guerre*, Alcan, Paris (1921).

[9] – За влиянието на войната върху медицината в Германия, вж. лит. 1: O. Glasser, *Dr. W. C. Röntgen*, C. C. Thomas, Springfield, Ill.(1945), стр. 88.

[10] – Вж. лит. 1: Brecher, E. Brecher, *The Rays: A History of Radiology in the United States and Canada*, Williams and Wilkins, Baltimore, Md. (1969), стр. 191–96, 216.

Превод: А. Минкова

**ПОСЕТЕТЕ УЕБ-СТРАНИЦАТА НА
СЪЮЗА НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
НА АДРЕС:**

<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>

ДЖОРЖ КИСТЯКОВСКИ: В ХАРВАРД, ЛОС АЛАМОС И БЕЛИЯ ДОМ

В. Борисов

Завоюите в съдбата на Г. Б. Кистяковски, една четвърт от живота на който е преминала в Русия и три четвърти – в САЩ, се оказват ярко свързани с важни исторически събития през 20 век. Мастит учен в областта на физико-химията, той би могъл да просъществува в спокойните води на академичния живот. Обаче епохата по своему се е разпоредила с неговата биография, принуждавайки го да преживее Първата световна война, да емигрира, да участва в създаването на атомното оръжие и да бъде съпричастен с формирането на американската държавна политика.

Нито като баща си, нито като дядо си

Георги Богданович е роден на 18 ноември 1900 година в Киев. Родът Кистяковски е бил добре известен в Киев, Москва и Санкт-Петербург преди всичко благодарение на заслугите на дядо му, Александър Фьодорович (1833-1885), забележителен юрист, почетен член на Московското юридическо дружество, член на Имперското дружество по естествознание, антропология и етнография. На юриспруденцията се посвещава и баща му – Богдан Александрович Кистяковски, професор в Киевския университет, автор на многобройни трудове по теория на правото и социологията. Интересите на Богдан Александрович изпреварват своето време. След много години неговият син Георги, по това време вече Джордж, така обяснява това: „Баща ми, който беше социолог, приличаше на „баба врана“ на границата на миналото столетие. Неговите трудове бяха посветени на правата на човека, област, която беше непопулярен предмет за занимание в Русия по това време. Тогава никой не се интересуваше от тази проблематика [1].

Младият Георги не тръгва по пътя нито на баща си, нито на дядо си. Определена роля при избора на професия изиграва чичо му – Владимир Александрович Кистяковски, професор в Московския университет, избрал за област на своята професионална дейност химията [2]. Георги отрано има интерес към химията. След няколко години учение в Киев той е преместен в частно училище в Москва. Тук, благодарение на съдействието на чичо му, той има възможност да провежда експерименти в химическата лаборатория на Московския университет.

Революцията на болшевиките юношата не приема. Започва гражданската война и осемнайсетгодишният Кистяковски постъпва в белогвардейската армия. В продължение на две години той участва в бойните действия под командването на генерал Врангел, няколко пъти бил на косъм от смъртта. Заболява от тиф, оцеляването от който в условията на военната болница било въпрос на късмет. В края на 1920 година Кистяковски се прехвърля от Крим в Турция на борда на френски кораб, откъдето с големи трудности и рискове преминава в Югославия.

В Харвард

През 1921 г., по съвет и материална поддръжка от същия чичо, Георги Богданович заминава за Берлин, където постъпва в университета. За три и половина години той преминава пълния курс на обучение, а през 1925 г. защитава докторска дисертация, посветена на процесите на окисляване на хлора под въздействие на светлина. Негов научен ръководител е професор Макс Боденщайн, добър познат на чичо му от съвместната им работа в лабораторията на В. Оствалд. През същата година Кистяковски получава стипендия от Международния комитет по образование в областта на физико-химията и през януари 1926 година се отправя за САЩ с препоръчително писмо от Макс Боденщайн до бившия му ученик Хю Тейлор. Така Кистяковски се оказва в Принстънския университет, където започва да се занимава с проблеми на катализата и абсорбцията. Едновременно пише книгата „Фотохимически процеси“, която се появява през 1928 г. в серията монографии на Американското химическо дружество. Публикацията на книгата прави името на младия учен известно и през 1930 година той е поканен в катедрата по химия на Харвардския университет. С тази катедра, в която се провеждат изследвания на световно ниво, Кистяковски свързва задълго живота си.

Първото десетилетие от работата на Кистяковски в Харвардския университет (чак до началото на 40-те години) се оказва удивително плодотворно и му създава име на авторитетен учен в областта на физико-химията. Занимавайки се в продължение на много години с изследвания по фотохимия, той провежда различни опити, свързани с кинематиката на реакциите. Експериментите са провеждани с разнообразни обекти – от прости газове до сложни биологични обекти като ферменти и антитела. Съществени научни резултати дават изследванията на кинетиката на реакции в газова фаза, термичната химия на органичните съединения и реакциите на феромагнитния катализ. В тези работи се разкрива несъмненият експериментаторски талант на Кистяковски. Едновременно той чете лекции и води семинарни занимания.

Уверен в себе си, с висок ръст (190 см) и лула в устата, емигрантът от Русия веднага се превръща в забележима фигура за Харвард. По спомени на колеги Джордж Кистяковски – Кисти, както го наричат приятелите му, притежава неподражаемо чувство за хумор и в негово присъствие стаята обикновено е запълнена с весел шум. В свободното си време той обича да гледа съвременни спортни състезания. По време на интересни футболни мачове Кисти винаги може да бъде намерен на трибуната на харвардския стадион.

Участие в Манхатънския проект

Скоро след началото на Втората световна война за Кистяковски се появяват нови задължения. По препоръка на ректора на Харвардския университет Дж. Конант той става консултант на Отдела за разработване на взривни вещества към Националния комитет по отбранителни изследвания. През 1942 г. ерудираният и енергичен професор е назначен за ръководител на отдела и по съвместителство възглавява водещите се в САЩ дейности по създаване и изпитание на взривни вещества. В обстановка на



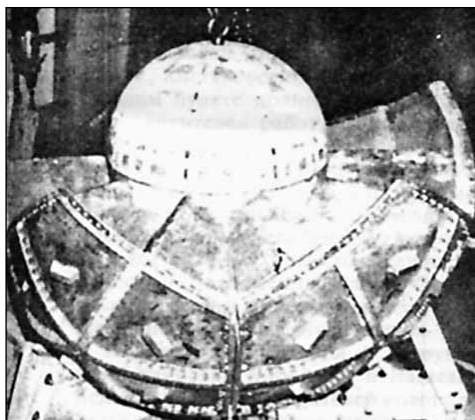
Джордж Кистяковски в Лос Аламос

най-строга секретност се разгъват и работите по проекта за създаване на атомно оръжие. През 1942 г. президентът Ф. Рузвелт образува специален комитет начело с директора на Института Карнеги В. Буш, който трябвало да обедини усилията на учените и военните за осъществяване на поставената задача.

На безлюдното плато в щата Ню Мексико започва да расте градчето Лос Аламос, призовано да се превърне в основния център за изследвания по ядрената програма на САЩ. През 1943 г. там постепенно се преселват учени от Пристънския, Чикагския, Калифорнийския, Уисконсинския и други университети, инженери, техници, лекари и много други специалисти. Сред тях е и ръководителят на отдел в Комитета по отбранителни изследвания Джордж Кистяковски. „Аз се включих в

работата по създаване на оръжието без колебания, защото бях активен противник на нацизма“, ще каже той по-късно [3].

В Лос Аламос той възглавява работата по създаването на устройството, предизвикващо детонацията на ядрения заряд. Проблемът, с който предстои да се занимава Кистяковски, макар и свързан с обикновените взривни вещества, по същество е напълно необикновен. Пресмятанията на теоретичите показват, че за осъществяването на ядрения взрив двете „половинки“ на подкритичните маси трябва да се доближат със скорост, превишаваща 1 км/с. Това може да се постигне, ако се направи обвивка от



Макет на една от първите конструкции на атомната бомба

обикновено взривно вещество около атомния заряд. Запалването на обвивката трябва да обезпечи сближаването на двете части с необходимата скорост. Обаче реализирането на тази идея било свързано с такива сложни проблеми, че голяма част от учените, допуснати до атомните секрети, считали осъществяването ѝ за невъзможно. Симетричното подпалване от различни страни, обезпечаващо отклонение от синхронността на насрещните ударни вълни в границите на 5%, изглеждало технически непостижимо – такъв бил изводът в докладите в частност на английските учени.

Така е изглеждал проблемът до момента, когато членът на Комитета по военна полити-

ка Конант предложил с него да се заеме Кистяковски. „Познавах Джордж от много години – ще каже впоследствие Конант – и напълно се доверявах на неговата оценка“.

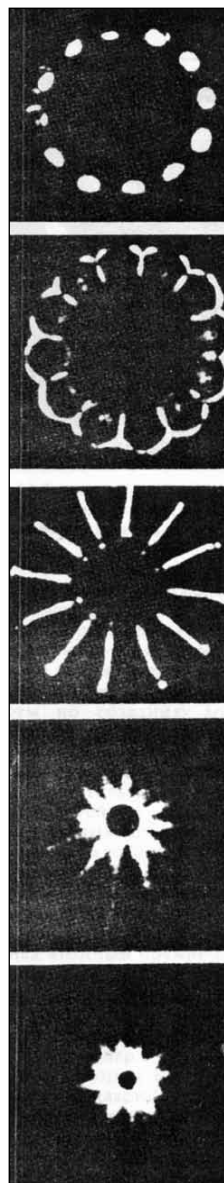
Кистяковски дава отговора си след няколко седмици: „Може да се направи това да заработи. Аз съм уверен сто процента“. Какво му дава такава увереност? След войната Кистяковски ще каже: „Мисля, че през 1943 година аз разбирах нещо от взривни вещества“. Нещо повече, той достига до извода, че „от взривните вещества може да се направи точен инструмент – становище, напълно различаващо се от военната практика“.

Обективно оценявайки ситуацията, трябва да се признае, че основание за такъв оптимизъм, разбира се, няма. Вероятно Кистяковски е искал да разведри атмосферата на съмнение, царящо при обсъждането на методите на детонация. Резултатите, получени от колегата му С. Недермайер от симулациите на компютъра IBM, били не обнадеждаващи. А и до самия край на изследванията съмненията не изоставят Р. Опенхаймер, Л. Гровс и В. Буш.

През януари 1944 г. харвардският професор се заселва задълго в малката квартира в Лос Аламос. Под негово ръководство се провеждат хиляди опити за избор на взривни вещества и изучаване на протичащите процеси. Впоследствие Кистяковски признава, че „нивото на изследванията бързо спаднало до догадки и емпирични попадения, понеже изследваната област била слабо изучена“ [4]. До окончателната конструкция на детаноционната „леща“ ученият достигнал едва през февруари 1945 г.

В деня на изпитание на новото оръжие, 16 юни 1945 г., Кистяковски е на командния пункт на полигона Аламагордо до ръководителя по създаване на атомната бомба Роберт Опенхаймер. Зрелището на първия ядрен взрив, който един от участниците в проекта, генерал Фарел, охарактеризира като „безпрецедентно, величествено, прекрасно, изумително, заплашително“, оставя очевидците за известно време в хипнотично вцепенение. След това Опенхаймер и Кистяковски се прегръщат. Те са изпълнили историческата си мисия.

Но настъпва разкол. О. Брюстер, Дж. Франк и други учени се обръщат към правителството с искане да се прекратят работите над атомното оръжие и да се забрани неговото прилагане. „Ние знаем за огромните опасности, застрашаващи бъдещето на САЩ и другите страни, за които не подозират другите хора“, се казва в меморандума, който Франк отправя до министъра на отбраната от името на седем учени, участници в проекта.



Рентгенова кинолента на експериментален взрив. Последният кадър показва необходимото свиване на ядрен заряд



*Едуард Телер и Норрис Бредбери
обсъждат плутониевата бомба*



*Роберт Опенхаймер и генерал
Лесли Гровс оглеждат мястото за
изпитание на атомната бомба*

Полярно противоположна позиция заема Е. Телер – той се солидаризира с политиката на студената война и скоро възглавява работите по създаването на водородната бомба. По-късно с него активно сътрудничат Дж. Нейман, С. Улман, Дж. Милер, Л. Нордхейм и други известни физици. Ръководителят на Лос Аламоската лаборатория Опенхаймер първоначално не участва в протестите против използването на атомното оръжие, считайки, че такива въпроси трябва да се решават от политици и военни. Обаче бомбардировките над Хирошима и Нагазаки се превръщат в отрезвителен шок за него. Опенхаймер открито застава срещу продължаването на разработките на атомното оръжие, което става причина за позорния съд над него с обвинението за нелоялност и политическа неблагонадеждност.

Неведнага оценява опасните политически игри с използване на ядреното оръжие и Джордж Кистяковски. През февруари 1946 г. той напуска Лос Аламос и се завръща в Харвардския университет към предишния утвърден начин на живот: четене на лекции, работа в лабораторията по кинетиката на ферментните реакции, ударните вълни при взривни процеси и т.н.

Обаче неговата работа по отбраната на страната не е забравена. Още в същата 1946 година Кистяковски получава правителствена награда за приноса му при изпълнение на манхатънския проект. След две години в Лондон английският крал Георг VI му връчва медал за заслуги за отстояване на свободата.

Едновременно с това научната общност отбелязва забележителните резултати, получени от Кистяковски при изследванията му в областта на физико-химията. Американското химическо дружество му присъжда медала на името на К. Николс за „забележителния му принос в областта на кинетиката на химическите реакции, спектроскопските изследвания на многоатомните молекули и изучаването на топлинните реакции на органич-

ните съединения“. На церемонията доктор Нойес, който добре познава Кистяковски, отбелязва присъщите му „яснота на мислене и подвижност на въображението“. „Където и да е работил Кистяковски – добавя Нойес – той винаги се е превръщал в генератор на свежи идеи и инициатор за използване на нови технически средства“ [5].

През периода 1947-1950 г. Кистяковски възглавява катедрата по химия на Харвардския университет и участва в работата на различни университетски комисии. Обаче той не успява задълго да ограничи живота си между стените на университета.

В Белия Дом

В началото на 50-те години на 20 век на Кистяковски му се налага все по-често да пътува до Вашингтон и да се задържа там все по-дълго време. За този период от дейността му разказва заместник-директорът на ЦРУ и началник на отдела за научно разузнаване Х. Е. Сковил: „През 50-те години Кистяковски игра важна роля в качеството си на консултант за много правителствени учреждения и за самия президент на САЩ по въпросите на националната сигурност, особено в областта на ядреното въоръжение и средствата за тяхната доставка по предназначение. В началото на тази дейност той беше член на многобройни експертни групи, даващи заключения по въпросите за безопасността за министерството на отбраната, Комитета по атомна енергия, ЦРУ и Белия дом. Той участва в разработването на американската програма за балистични ракети и в оценката на съветските програми в тази област. След създаването през 1957 г. на Консултативния комитет по наука при Президента на САЩ, подчиняваща се непосредствено на Айзенхауер, Кистяковски става един от най-активните експерти на президентския научен отбор. „Неговите препоръки за това какви програми следва за бъдат финансирани и кои да бъдат отхвърлени бяха особено полезни и често представляваха основата на приеманите държавни решения на президентско или правителствено ниво“ [6].

След няколко години тази дейност започва да му дотяга. През 1958 г. той вече се кани да напусне работата в правителствените комисии и да се върне в университета. Да осъществи това си намерение го спира президентът Айзенхауер. В лична беседа с него той му предлага поста на специален съветник на президента на САЩ по въпросите на науката и техниката. Въпреки че този пост не му обещава спокоен живот, ученият се съгласява. В спомените си Кистяковски характеризира така ситуацията, при която президентът на САЩ го кани на тази работа:

„Моето назначение на поста специален помощник на президента на САЩ по въпросите на науката и техниката бе резултат на загрижеността на американската общественост за състоянието на работата след пускането на първия изкуствен спътник на Земята. Пускането на съветския спътник на 4 октомври 1957 г. предизвика объркване във всички слоеве на американското общество. Някои американци бяха склонни да преценят успеха на съветската космическа програма като „безкръвен Пърл Харбър“ за престижа на САЩ. В онези дни „Ню Йорк Таймс“ зашеметено писа, че „руснаците притежават междуконтинентални балистични ракети, които са способни в скоро време да изтрият от лицето на земята цели американски градове“ [7].



Джордж Кистяковски с президента на САЩ Дуайт Айзенхауер

Те станаха много важни персони. Трябваше да се отделя голямо внимание на такива личности като Едуард Телер, Джон фон Нойман, Вернер фон Брайтън, Джим Киллиан, Джордж Кистяковски – точно те се оказаха в центъра на вниманието. Всичко се обърна нагоре с краката както във военната област, така и в международната политика. Разработването на ядрените оръжия, създаването на нови технологии, производството на каквото и да било ставаше с бесни темпове. През 1953 г. няхахме нито един оперативен свръхзвуков самолет, нито една ракета с далечен обхват на действие. И всичко това се появи за някакви две-три години“ [8]. Задачата за усиляване на влиянието на науката върху американската политика беше възложена на създадения при президента Консултативен комитет по наука и техника. В него покрай Кистяковски влизаха помощника на президента по наука Дж. Киллиан и учени от различни специалности.

Кистяковски и Киллиан работят в Комитета в тесен контакт. В спомените на членовете на този комитет могат да се срещнат любопитни оценки за стила на неговата работа. Според ректора на Масачузетския технологичен институт Киллиан, той се отличавал с такт и съдържаност. При обсъждане на проблемите се стараел да намери компромис с цел приемането на колегиално решение. Когато имал възможност достатъчно задълбочено да изучи проблема, Кистяковски често настоявал на своето разбиране, без да се страхува да остане на „особено мнение“.

Праволинейният и достатъчно твърд стил в работата на Кистяковски импонирал на Айзенхауер. Той го упълномощава, например, да анализира дейността на Главното управление на стратегическите Военновъздушни сили на САЩ. На заседание на Националния съвет по безопасност президентът обявил своето решение с думите: „Не вярвам много на тези генерали, затова натоварих Джордж да разбере как стоят нещата там“.

Вниквайки в механизма на формиране на стратегическите цели на държавната политика, разкривайки скритите пружини, движещи действията на Пентагона и другите ведомства, Кистяковски все повече се разочарова от методите на американската политическа кухня: „В края на 50-те години по указание на президента участвах във всички заседания на Националния съвет по безопасност. Започнах да разбирам, че политиката се създава по начин, който е много съмнителен. В неговото формиране

В условията на жестока критика, на която е подложена администрацията, и загуба на доверие към правителството президентът Айзенхауер се обръща към учените, които по негово убеждение могат да предложат решения, излизащи извън рамките на бюрократичната рутина. Бившият главнокомандващ военновъздушните сили и министър на отбраната на САЩ Т. Гейтс пише за ситуацията следното: „Неочаквано важна фигура станаха учените. Те добиха правото да поставят забрани.

участваха хора, непознаващи реалните факти, без да имат време да ги изучат поради бюрократичната си заетост. Някои от тях бяха на ниско интелектуално ниво. Имам достатъчно самоуважение, за да го заявя, но конкретни имена не мога да назова“. [9]. Каквото и да се каже, безкомпромисността на професора не може да се отмение.

Срещу надпреварата във въоръжаването

През 1961 г. за президент на САЩ е избран Джон Кенеди. С неговото влизане в Белия дом администрацията и методите на формиране на политика претърпяват съществени изменения. В новия състав ролята на помощника по въпросите на науката и техниката е значително намалена. Продължавайки да работи в президентския съвет и Консултативния комитет по контрол на въоръженията, Кистяковски забелязва как постепенно се развиват редица принципи за ограничаване на въоръжаването, изработени при предишното правителство. Дейността на Консултативния комитет става все по-неефективна.

Не трябва да се счита, че Кистяковски е принадлежал към крилото на „гълъбите“ в правителствените структури на САЩ. Неговата дейност в експертните групи и Консултативния съвет винаги се е подчинявала на задачата за ефективно противопоставяне на СССР. Провеждайки политиката на контрол над въоръжаването, той е призовавал не към разоръжаване, а към съдържане от необосновано увеличаване на разходите за военно-промишления комплекс на САЩ.

След Карибската криза, обаче, осъществяването на такова съдържане става невъзможно. Балансирането на ръба на въоръжения конфликт се превръща в коз в ръцете на „ястребите“ от Пентагона. „Военните непрекъснато подхранваха средствата за масова информация, данъкоплатците и Конгреса с измислена информация за нашето изоставане в бомбардировачите, ракетите, нивото на гражданска отбрана, системата на противоракетна отбрана, а сега ни говорят за изоставане в точността на ракетното ни въоръжение“, пише по-късно Кистяковски [10].

През 1967 г. президентът на САЩ Л. Джонсън награждава Кистяковски с трети орден за заслуги пред американското общество. Първия медал той е получил от ръцете на Х. Труман, а втория – от ръцете на Д. Айзенхауер. Но по време на войната във Виетнам Кистяковски решава да използва авторитета си, за да спре войната. Той представя на държавния секретар меморандум, призоваващ да се предприемат мерки за прекратяване на войната. Убеждавайки се, че гласът му не може да надвие военната машина, през 1968 г. той си подава оставката от всички правителствени органи и комисии.

И отново е в Харвардския университет. За периода от началото на войната науката е направила значителни изменения. Това се чувства особено силно от учен, пропуснал тези години без конкретни научни изследвания: „Когато бях двайсетгодишен, аз познавах поименно всички физико-химици по света. Бях прочел цялата литература по физическа химия. Сега това е невъзможно. Изследователската работа стана по-малко привлекателна, защото знаеш, че ако не го направиш днес, утре вече ще го е направил друг.“, казва той [11].

Творческият потенциал на професор Кистяковски, наближаващ своите 70 години, е все още висок. Пълен е с идеи и все така изобретателен в експерименталната техника.

Сред проблемите, с които се занимава през тези години, могат да се посочат бензолната флуоресценция (заинтересувала го преди повече от 30 години), мас-спектроскопичният анализ на бързопротичащите реакции, фотохимията на метилиновите радикали. Свидетелство за високото ниво на научните работи на Кистяковски е присъденият му през 1972 г. медал на името на Дж. Пристли. На честването присъстват голям брой журналисти. Всички знаят, че заедно с активната си научна работа Кистяковски остава деен член на Съвета по създаване на достойни за човека жизнени условия в света, създаден от Лео Сцилард през 1962 г., а както и дотогава се ползва с голям авторитет в областта на проблемите на националната безопасност. Много американски вестници публикуват части от изказването на Кистяковски, в което той подлага на остра критика политиката на САЩ, насочена към продължаване на надпреварата във въоръжаването и по такъв начин, противоречащ на националните интереси.

През последните години на своя живот (Кистяковски умира на 7 декември 1982 г.) ученият се отдалечава от активна университетска дейност и съсредоточава вниманието си върху работата в Съвета по създаване на достойни за човека жизнени условия. Той става и председател на този съвет и насочва дейността му към екологични проблеми.

В последното голямо интервю, което Кистяковски дава на списание „Chemical and Engineering News“ половин година преди смъртта си, той отново повдига въпроса за неразумната надпревара във въоръжаването и заявява: „Предполагам, че има тясна връзка между степента на въвличане на страната във военни действия и намаляването на възможностите за икономическо развитие“ [12].

Икономическото развитие на Съединените американски щати не намалява. Затова пък под бремето на непосилните военни разходи скоро рухва съветската икономика. Така може би и ние трябва да се вслушаме в предупрежденията на научните корифеи, които навремето сме пренебрегнали.

Цитирана литература

[1] Chemical and Engineering News, 1971, v. 49, p. 40-41.

[2] Н. С. Фигуровский, Ю. И. Романьнов, Владимир Александрович Кистяковский, Москва, 1967.

[3] Chemical and Engineering News, 1981, v. 59, p. 21.

[4] Rhodes R. The Making of the Atomic Bomb, N.Y. 1987, p. 377, 542, 576-578.

[5] Chemical and Engineering News, 1947, v. 25, p. 770.

[6] Ibidem 1981, v. 59, p. 21.

[7] G. A., Kistiakowsky Scientist at the White House, Cambridge, 1976, Preface.

[8] Ibidem, Introduction.

[9] Chemical and Engineering News, 1981, v. 59, p. 27.

[10] Ibidem, p. 23.

[11] Ibidem. 1971. V.49. P.40.

[12] – Ibidem. 1981. P.22.

ЗАБЕЛЕЖИТЕЛНИ ГОДИШНИНИ ПРЕЗ 2014 ГОДИНА

450 години от рождението на Галилео Галилей (15.II. 1564 – 8.I.1642) – един от основателите на точното естествознание и класическата механика, оказал значително влияние за развитието на научното мислене.

200 години от рождението на Юлиус Роберт Майер (25.XI.1814 – 20.III.1878) – пръв формулирал фундаменталния закон на природата – закона за запазване на енергията.

150 години от рождението на Вилхелм Вин (13.I.1864 – 30. VIII.1928) – открил законите за топлинното излъчване, изиграли значителна роля в развитието на квантовата теория.

150 години от рождението на Херман Минковски (22. VI. 1864 – 12.I.1909) – създател на представата за четиримерния свят, обединяващ трите пространствени измерения с времето.

150 години от рождението на Херман Валтер Нернст (25.VI. 1864 – 18.XI.1941) – с важни приноси в областта на термодинамиката, физиката на ниските температури и физическата химия.

ГОДИШНИНИ НА СЪБИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА

Преди 200 години

Йонс Якоб Берцелиус публикува таблица с 41 химически елемента, като въвежда химическата символика на елементите, запазена и до днес;

Преди 175 години

Карл Фридрих Гаус създава теорията на потенциала и доказва теорема за описване на електричните и магнитни явления;

Майкъл Фарадей предсказва съществуването на електрети като аналог на постоянните магнити (през 1938 г. Георги Наджаков открива фотоелектретите);

Клод Пуйе проверява с висока точност закона на Ом (Пуйе е автор на учебник, послужил като един от източниците при написването на първия български учебник по физика).

Преди 165 години

Найден Геров издава първия български учебник по физика – „Извод от физика“.

Преди 150 години

Джеймс Максвел публикува статията „Динамична теория на електромагнитното поле“, в която дава определение на електромагнитното поле.

Преди 125 години

Александър Григориевич Столетов открива закона за външния фотоэффект;

Роланд Йотвъш доказва равенството на инертната и тежката маса с точност до 10^{-9} .

Преди 100 години

Хенри Мозли открива закона за характеристичното рентгеновско лъчение, с който се изяснява физическият смисъл на поредния номер на елементите и неговото равенство със заряда на атомното ядро.

Джеймс Чадуик открива непрекъснатия спектър на бета-лъчите, обяснен по-късно със съществуването на неутрино частици;

Робърт Миликан започва серия от експерименти за проверка на уравнението на Айнщайн за фотоефекта.

Преди 75 години

Ото Хан и Ф. Щрасман публикуват статия (6.I.1939 г.), в която съобщават за резултатите от реакциите на бавни неутрони с ядрата на урана. Открито е явлението делене на ядрата;

Лиза Майтнер и О. Фриш дават физическо обяснение на експериментите на Хан и Щрасман;

Ото Фриш експериментално доказва взривния характер на ядреното делене;

Нилс Бор, Дж. Уйлер и Я.И.Френкел създават капковия модел на ядреното делене;

Лео Сцилард, Ю. Вигнер и др. обосновават възможността за протичане на верижна реакция;

В България за пръв път е хабилитирана жена – д-р Елисавета Карамихайлова, първият български ядрен физик.

Преди 50 години

Питър Хигс и Франсоа Енглерт предлагат механизъм, с който се обяснява наличието на маса у елементарните частици – възникват представите за Хигс-бозона, експериментално открит през 2012-2013 г. Нобелова награда по физика за 2013 г.

Мъри Гел-Ман и Дж. Цвайг създават модела на кварките, приети за фундаментални съставки на материята. Нобелова награда за 1969 г.

Николас Самиос и др. откриват омега-минус-хиперона – триумф на груповия подход в теорията на елементарните частици;

Изказана е хипотезата за съществуването на четвърти кварк – „очарован“ и за ново квантово число – „очарование“ (Дж. Бьоркен и Ш. Глашоу);

Введено е ново квантово число „цвят“ и е построена схема на силните взаимодействия (Й. Намбу, Й. Миямото, Н. Н. Боголюбов и др.)

В ОИЯИ – Дубна е осъществен синтез на 104-тия елемент. По-късно е наречен „ръдърфордий“ (Г. Н. Флоров и сътр.)

Справката изготвил: **Н. Балабанов**

ИКОНАТА „МАРИЯ КЮРИ“ ИЛИ ЖИВАТА MADAME МАРИЯ САЛОМЕЯ СКЛОДОВСКА-КЮРИ

„...тя има едновременно качества
и недостатъците да бъде жена“

Ърнест Ръдърфорд

Когато в ръцете ми попадна поредната книга на престижното издателство „Рива“ *„Мария Кюри“* на Анри Жидел (Marie Curie, Henry Gidel, Flammarion, 2008), впрочем с доста невзрачна корица, честно казано, първоначално ми намириса на закъснели (както много неща у нас) феминистки напъни... Българският ѝ превод от френски на Росица Алексова се появява само три години след оригинала и в компания с други биографии от тази поредица (Айрис Мърдок, Симон дьо Бовоар, Франсоа Саган, Гала и др.). Но в интерес на истината и за чест на издателството, внимателното заглеждане на други книги от същата поредица (Пруст, Толстой, Гогол, Булгаков, Пастернак), затиснати по рафтовете на библиотеката ми, разсея първоначалните ми съмнения, а внимателният и непредубеден прочит на книгата ме наведе на мисли, които бих искал да споделя.



Фокусираля в себе си всички светли черти на възходящата наука от края на XIX век, Мария Кюри се превръща в символ, светица и икона на триумфиращата наука на XX век. Животът и съдбата ѝ са разказани и предъквани многократно – (в библиографията са изброени над 40 такива, плюс няколко романа и няколко филма). Спомних си и детските си ученически години във френския колеж във Варна, трите снимки в горния етаж на училището, (забранен за нас, учениците от прогимназията), останали в паметта ми: на Декарт, Паскал и ... Мария Кюри. А по-късно, вече в Първа мъжка гимназия, кръжока по физика, ръководен от ентузиасираната ни млада учителка „другарката“ Момчева, беше кръстен също на името на легендарната Мария Кюри. Но през нашата младост, заслепени от гении като Айнщайн, Бор, Хайзенберг, Дирак и цялата плеяда създатели на съвременната физика, високомерно и лекомислено отминавахме постиженията, постигнати с кътовския труд, електроскопи, волтметри и електрически поялници...

А безспорно Мария Кюри е уникална – и като учен, и като личност. Когато през

1891 г. се записва за студентка в Университета, тя е една от 23-те жени сред 1825 студенти, а след две години, в конкурса за лисансие, тя е първа. През 1897 г., когато тя тръгва да подготви докторат, нито една жена дотогава не е успяла да завоюва това звание. И когато на 25 юни 1903 г. в Сорбоната тя защитава докторска дисертация по физика „Изследвания върху радиоактивността“, титлата ѝ е присъдена „с най-висока оценка и изключителните поздравления на журито“. А към края на същата година, въпреки че предната година Френската Академия на науките е отхвърлила кандидатурата на Пиер Кюри, Нобеловият комитет към Шведската Академия присъжда (половината) награда по физика на Пиер и Мария Кюри „за техните изследвания върху радиационните явления, открити от професор Анри Бекерел“ (на когото е отредена другата половина от наградата): тя е първата жена, удостоена с това най-високо и до днес отличие за научни приноси. В забележителната си „Нобелова лекция“ Пиер Кюри ще каже: *„човечеството ще извлече повече добро, отколкото зло от новите открития, но, попаднал в престъпни ръце, радият може да стане много опасен“*.

Когато в началото на 1897 г. Мария Кюри започва дисертационните си проучвания, тя официално е само жена на един от преподавателите в колежа, с право на достъп до малка остъклена стаичка, просмукана от влага и миризма на мухъл, и няколко разклатени стола и маси, покрити с прах, а самият Пиер Кюри е обикновен учител по физика и химия в училище (Екол Нормал Сюпериор), с голяма преподавателска натовареност. Нека напомним, че по това време той е претърпял унизителен неуспех: катедрата по физическа химия в Сорбоната, за която той кандидатства (където би разполагал със собствена лаборатория) е отредена на друг [1]. Чак през 1900 г. Анри Поанкаре успява да издейства на Пиер Кюри място за преподавател в Сорбоната, а Мария е назначена за преподавател по физика в девическия курс на училището в Севр.

Съдбата е безпощадна към нея: не са минали и шест години, когато на 19 април 1906 г. Кюри, бързайки за среща с издателя си, пресичайки улицата, е прегазен от кон, теглещ фургон... И след два дена ще бъде погребан скромно в гробището в Со, където почива майка му.

Но животът продължава. Мария Кюри поема курсовете на съпруга си и на 6 ноември, когато за пръв път в Сорбоната изнася лекция, на първия ред (подобно на премиера в операта) със съответстващите тоалети са наредени графиня дьо Ноай, графиня дьо Пурталес, херцогиня Юзес, мадам дьо Кайаве и т.н. И Мария Кюри започва лекцията си оттам, откъдето съдбата е прекъснала Пиер Кюри.

Мария Кюри е в апогея на научната си слава. Тя отдавна е установила, че двете руди, пехблендата и халкозинът, са по-радиоактивни и от урана: съответно четири и два пъти повече. И направила гениалната хипотеза: това се дължи на различното количество нов, неизвестен елемент, които те съдържат. Извършила къртовския многогодишен труд по неговото извличане – ръчната преработка на руда за доказване на неговото съществуване... Тя е трезва и безпогрешна в анализите си и самостоятелна при вземане на решенията си. Мария е по-войнствена от мъжа си и по-загрижена за своята кариера: тя държи да бъде призната и то не ръководена от феминистически настроения, а

просто да бъде оценена според заслугите си. Затова тя е нетърпелива и настоява бързо да бъдат публикувани получените резултати, в пълна противоположност на лишения от крайни амбиции съпруг, който настоява нищо да не се публикува без многобройни предварителни опити, потвърждаващи откритието им. Въпреки че неизменен неин принцип е *безкористието* в научната работа, тя не само не патентова методите си за добиване и обработка на новата руда, но и публикува, без никакви ограничения, всички резултати от научните си изследвания. А само след няколко години един грам радий струва над сто хиляди долара (около един милион франка по онова време). [2]

И съвсем заслужено през септември 1910 г. Международният конгрес по рентгенология и електричество решава единицата мярка на еталона на радия (радиоактивността на един грам чист радий) да се кръсти *кюри*. Обаче когато през ноември с.г. тя подава кандидатурата си за членство във Френската академия на науките (останало вакантно след смъртта на Жерне), за същото кресло кандидатства и Едуард Брадли [3], изобретателят на безжичния телеграф (също ошетен с Нобеловата награда, предишната година присъдена на Маркони, вместо да бъде поделена с него). В битката се използват и допълнителни, актуални за момента аргументи: клерикали срещу антиклерикали (за каквато минава Мария Кюри), феминисти срещу антифеминисти и дори ксенофобията – все пак Мария е полякиня, а аферата Драйфус още не е отшумяла...; дори се подмята, че Мария има еврейски корени (заради второто ѝ име Саломея). На 23 януари 1911 г. при втория тур на гласуването резултатите са: Е. Брадли – 30 гласа, М. Кюри – 28. Така носителката на Нобеловата награда по физика за 1903 г. не е избрана (подобно на съпруга си) за член на Френската академия. И тя никога повече няма да поднови кандидатурата си за членство в нея...

И в апогея на известността ѝ избухва любовната авантюра, която ще разруши личния живот на Мария. „*Наметалото на самота и тайнственост завинаги ще загърнат раменете ѝ.*“ – ще каже по-късно дъщеря ѝ Ева. Случаят, ако не се премълчи, за него обикновено само се намеква или споменава в някаква витиевата дипломатическа формулировка.

Не от страх да бъде обвинен в клюкарстване или ровене в кошчето с мръсно бельо и измачканите чаршафи, аз ще заобиколя този драматичен епизод от живота на великата жена, без да се впускам в преразказ на събитията. Още повече, другият участник в тази история е не по-малко известният и изявен физик – любимият ученик и асистент на мъжа ѝ, Пол Ланжвен! В книгата, която е повод за тези редове, случаят е разгледан достатъчно подробно, а и отдавна има достъпна и изчерпателна литература за случая (цитирана в книгата) – като се почне от „жълти“ публикация от онова време, до сериозни, обективни и документираны изследвания от наше време.

По-нататък е известно: още две десетилетия непосилен, къртовски труд, основно за развитие и утвърждаване на радиационната терапия – прилагането на радиоактивното лъчение за медицински цели. Основаване, построяване и развитие на Института по радий, чийто неизменен директор до смъртта ѝ е тя (за този период изследванията в института са публикувани в близо петстотин научни публикации, а тези на Мария Кюри



са 31); лично активно участие в Първата световна война с обзавеждане на фронтови рентгенови линейки и обучение на персонала; две изморителни, но успешни посещения в САЩ (1920 и 1929 г.) за набиране на средства за покупка на радиоактивни елементи, необходими за провеждане на научните изследвания, до смъртта ѝ „от злокачествена анемия“ на 4 юли 1934 г. и скромното погребение, без официални церемонии, в гробището на Со до Пиер Кюри. Едва след повече от половин век (1995 г.) прахът им е пренесен в Пантеона на Безсмъртните в Париж, наред с Волтер, Марат, Юго и други духовни титани на Франция. [4]

* * *

Биографът е изправен пред алтернативата между автентичния живот и правдивата информация и стерилното животоописание, и баналната героизация. Той е длъжен да преоцени остарелите представи за стойност и заслуги и да не се поддава на „примитивистка“ носталгия, както и на „популистка“ екзалтация. Разбира се, без да се стига да от очернянето. Всъщност, какво е величие? И какво е невзрачност? Безспорно най-добрият критерий за величие е посмъртната слава, но не и митологизацията! Трябва да бъдем бдителни към Историята, за да не залитнем към легендата, но и внимателни да не стигнем твърде далеч в обратната посока: безмълвният призрак на Историята, превърнатата в пепел... Философите трябва да се четат с философска нагласа, произведенията на изкуството да се съзерцават и възприемат естетически, а човешките съдби да се разглеждат човешки...

В социологията на научните изследвания съществува т.нар. „общество на гения“, чиято цел е да представи в колкото се може по-благоприятна светлина гениалните личности. С героизиращ патос се изграждат монументални гипсови фигури или се поднасят спаружени, в безвъздушно пространство образи. Без съмнение, тези личности застъпват високи етически ценности, да не говорим за стойностните, непреходни творчески достижения. Но нека не забравяме, че и учените са хора, непощадени от нищо човешко, че в техния живот има и мрачни страни и дисонанси, които могат да ни стреснат. Вероятно, творчеството на гениите е по-важно от техните често сложни и драматични жизнени перипетии. Но хората могат да бъдат разбирани само в рамките на действителността – още повече, че живеят в нея като хора сред хора. Биографията означава животоописание и към това принадлежи, наред с всичко останало, изчерпателността, разбира се, не в абсолютния ѝ смисъл, който не може да се постигне. Самият гений е изложен на негативни влияния, от които непрекъснато бива преследван, въвлечан в потискащи събития, които не могат да бъдат избегнати. Ако жизнените факти си остават неизменни, то тяхната интерпретация е подвластна на историята,

защото възгледите се менят с времето. Което се е смятало за осъдително, развитието на психологията днес обяснява с вроден недъг, придобита наследственост или поведенческа странност, а отношението към секса днес е съвсем друго... Наистина времето води до покриването на образа с пепелта на забравата, но пък „разкопаването“ позволява разрушаването на дебелия пласт натрупан мъртъв слой, който е замрежвал истинските черти на човешкото лице.

И ако до не много отдавна, науката и „научният прогрес“, обявени за „движеща сила на обществото“, а нейните жреци – издигнати на пиедестал, обосноваваше поднасянето на митологизирани образи на големите учени, днес историците на науката са приели да представят великите творци като живи хора. Не става дума да се свали творецът от трона на неговото величие, но истината трябва да се погледне в очите, а именно, че и те са хора, изявили се чрез непреходните си постижения. Гениалното се допълва с човешкото. Страхопочитателната нагласа едва ли е най-удачната.

Заслужава да споменем, че научната кариера на Пиер и Мария Кюри поставя и началото на една традиция, наречена по-късно от социолозите на науката „научни академични династии“. Пиер и Мария се запознават в дом на общи познати, но се сближават и създават семейство след няколко години съвместни лабораторни изследвания, за да поделят след още няколко години Нобеловата награда по физика. През 1925 г. дъщеря им Ирен среща Фредерик Жолио в Радиевия институт на майка си, за да се оженят скоро след това. А когато в малката лаборатория, разположена в подземие на същия, Жолио и Ирен откриват изкуствената радиоактивност (за което те също ще получат Нобелова награда, 1935 г.) и Ирен се втурва да каже на майка си, тя пък извиква Ланжвен, чиято предана приятелка е останала – до такава степен, че е назначила сред персонала си дъщерята, която му е родила една от неговите студентки... А след време Елен Жолио Кюри, дъщерята на Ирен, ще се омъжи за ...Мишел Ланжвен, внук на Пол Ланжвен, любовникът на нейната баба... [5].

Тази „научна ендогамия“ води началото си от края на XIX век, когато в университетите и след това в науката навлизат жените. При това те постигат първите си позабележими успехи не в хуманитарната сфера (литература, история или философия), а в областта на природните науки, предимно химията и физиката. Наистина, женските таланти от висок разред по правило притежават мъжки черти, но при гениалните жени се наблюдават по-плавни творчески процеси, психически те са по-здрави от техните колеги мъжете. Вече през втората половина на XX век, когато професията на учените добива висок социален престиж, лаборатории и университетски катедри стават основното „пространство и време“ за професионална реализация и развитие, тази научна ендогамия се превръща в естествена жизнена среда ... с всички последици от това.

В крайна сметка за случая с Иконата Мария Кюри – жена като нея, надарена с неоспорим научен талант и фундаментални приноси, но също така и създаване като другите, с цялата сложност на едно човешко същество. Отвъд легендата Мария е жена като другите, жена от ежедневието, чиито слабости не я правят по-малко възхитителна, доближавайки я по-близка до нас... А който смята, че е над тези човешки слабости, нека

хвърли камък по тях ... и по мен, който си позволява да говори за това. Всеки случай, когато става дума за живота на великите творци, пред иконографията, хипнотизирана от отдавна изветрелия сциентизъм или тривиално-сивото и плоско животоописание, аз категорично отдавам предпочитанията си на биографичния жанр, който ми предоставя възможността за съпреживяване на един пълнокръвен и стойностен живот, подтиква ни към размисли и обогатява, за да остане и някаква следа в нас...

Бележки

[1] – Едно младо блестящо дарование – Жан Перен (1870-1942), с когото Пиер запазва искрено приятелство до края на живота си.

[2] – А след 1920 г. приложенията на радиоактивните материали са толкова широко разпространени, комерсиалните подбуди са неудържими, злоупотребата с тяхното име е извън контрол...

„Имате трудно храносмилане? Вземете една лъжичка Дижерадин!“, *„Против туберкулозна кашлица – една опаковка „Тюберрадин“, а при умора – хапчетата Вигорадин“*; *„Чай с добавка от радон успокоява нервите, добавка от орадий към тора ще удвои реколтата; „Как жените да останат млади. Само с крем Юно-радий, който подмладява и съживява повехнала и отусната кожа на лицето, отстранява бръчките, акнето и стари замърсявания на тена. Употребяван с успех от прочути артистки и дами от обществото!“* (из реклама на аптека Дарковил, бул. дю Монпарнас 3, Париж, начало на XX век)

[3] – Едуард Бранли (1844-1940) е считан за изобретател на безжичния телеграф, но през 1909 г. Нобеловата награда е присъдена (несправедливо) само на италианеца Гулиелмо Маркони. По това време Бранли, професор в Католическия университет, вече 66-годишен, има два неуспешни опита да влезе в Академията и сега се кандидатира за трети, последен път.

[4] – Но, когато става дума за съдби и исторически оценки, нека споменем, че Ланжвен е погребан направо в Пантеона, на следващия ден след смъртта му. А неотдавна първата официална проява на последния новоизбран френски президент социалиста Франсоа Оланд (май 2012) беше поднасянето на венец в музея на Мария Кюри в Радиевия институт, създаден за нея преди Първата световна война, чийто директор е тя от основаването му до края на живота си.

[5] – Впрочем, нека споменем, че подобна вълнуваща комбинация от любов и наука се разиграва един век преди това, и пак във Франция. Неотдавна овдовялата млада вдовица на гилотинирания Лаваоазие и предания ученик и сътрудник Пиер-Самюел Дюпон, който, също обявен за „народен враг“, за да избегне сам гилотината е принуден да избяга чак в Делауер (САЩ), където пък след време синът му основава знаменития химически концерн, носещ неговото име...

**УПРАВИТЕЛНИЯТ СЪВЕТ НА СЪЮЗА НА
ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ ОБЯВЯВА 2014 Г.
ЗА ГОДИНА НА ГАЛИЛЕЙ**

**Във връзка с това се обявява:
КОНКУРС ЗА УЧЕНИЦИ И СТУДЕНТИ – РИСУНКИ И ЕСЕТА**

Примерни теми:

- ✓ Галилей и наклонената равнина
- ✓ Галилей и полилеят в Храма
- ✓ Галилей и наклонената кула в Пиза
- ✓ Галилей и телескопът
- ✓ Галилей и инквизицията
- ✓ „Все пак Земята се върти“
- ✓ Други

Рисунките се изпращат на адрес:

Съюз на физиците в България (за конкурса)

Бул. „Джеймс Баучер“ № 5

1164 София

Есетата се изпращат по електронната поща на адрес:

urp@phys.uni-sofia.bg с копие на адрес: lazarova@usb-bg.org

Краен срок: 30 септември 2014 г.

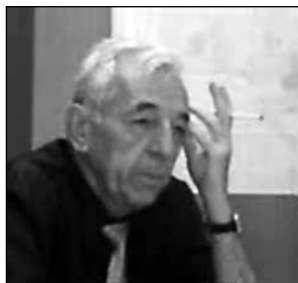
**УС НА СФБ ПРИЗОВАВА ВСИЧКИ СВОИ ЧЛЕНОВЕ ДА ОРГАНИЗИРАТ
И УЧАСТВАТ В ПРОЯВИ, СВЪРЗАНИ С „ГОДИНАТА НА ГАЛИЛЕЙ“.**

**Посетете нашия сайт
WOR.COINTECH.NET**

**На него можете да откриете всички списания на
СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА от 1991 г. досега**

РОБЕРТ ПОПИЦ НАВЪРШИ 80 ГОДИНИ

К. Коленцов



Роберт Курт Попиц е изявен представител на физическата общност, на приложната и медицинска физика у нас. Неговите приноси и постижения са реализирани в различни направления на медицинската физика – дозиметрия, йонизиращи лъчения и лъчезащита.

Роберт Попиц е роден на 30 ноември 1933 г. в гр. Русе в семейство с баща германец, който работи като представител на германски и австрийски фирми за текстилни машини и материали в България от 1927 г., и майка – българка от известен възрожденски род на хаджи Ангел от Севлиево, учителка по английски език в Русе. След завършване на средното си образование през 1953 г. в Техникума по електротехника и приложна дейност в русенски завод и в Окръжната болница в Русе, Роберт Попиц записва и следва физика във Физико-математическия факултет на Софийския университет.

Роберт Попиц завършва висшето си образование през 1961 г. след защита на дипломна работа с ръководител проф. Александър Раев на тема от областта на магнетроните. Постъпва на работа в рентгеновия отдел на Министерство на народното здраве, а впоследствие е назначен за асистент в тогавашния ИСУЛ, където работи до пенсионирането си през 1995 г. В периода от 1995 г. до 2004 г. той е хоноруван преподавател по медицинска физика последователно в Шуменския, Пловдивския и Софийския университет.

Роберт Попиц е член на СНРБ (СУБ) от 1970 г. и на Съюза на физиците в България, секретар на Републиканското научно дружество по биомедицинска физика и техника за периода 1972-1980 г., както и зам.-председател на Комитета за мирно използване на атомната енергия (КМИАЕ) през 90-те години на XX век (16.VI.1997 – 23.XI.2000 г.) и Председател на Комитета в началото на XXI век (01.III.2001 – 25.VIII.2001 г.).

Роберт Попиц е автор и съавтор на над 40 научни статии, на две рационализации, на две научни монографии, на два учебника, на редица научно-популярни статии и на две интересни книги – „Живот с радиация. Дози, риск, защита“, съвместно с Владимир Пенчев, второ преработено и допълнено издание, Издателство „Лодос“, София, 2003, 190 стр. (първото издание на книгата е през 1989 г.) и „Атомният кошмар. Из историята на първите атомни и водородни бомби.“, Издателство „Лодос“, София, 2005, 124 стр. Роберт Попиц в продължение на 15 години (1992-2007 г.) е член на редакционната колегия на сп. „Светът на физиката“ – издание на Съюза на физиците в България.

За своята ползотворна творческа, приложна и организационна дейност Роберт Попиц е избран за Почетен член на СФБ и на Дружеството по биомедицинска физика.

За дългогодишната творческа, приложна и издателска дейност на Роберт Попиц приляга мисълта на римския философ и император Марк Антонин Аврелий „*Всеки има такава стойност, каквата е стойността на нещата, които го интересуват и които успешно решава*“.

Честита 80-та годишнина, колега Попиц! Бъди жив и здрав, все така жизнен и творчески настроен, за да радваш обществото с постигнатото в живота!

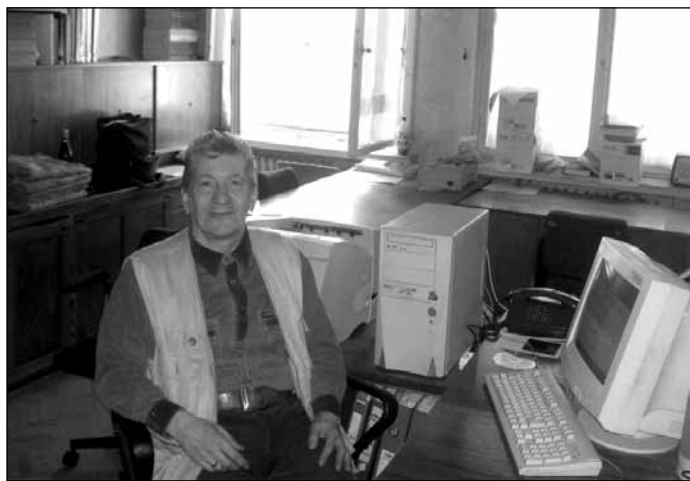
**НА ВНИМАНИЕТО НА БЪДЕЩИТЕ ВЕЛИКОДУШНИ И ЩЕДРИ
СПОМОЩЕСТВОВАТЕЛИ НА СП. СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА**

БАНКОВА СМЕТКА НА СФБ
BG82CREX92601013508300
BIC: CREXBGSF
ТОКУДА БАНК АД

НАУЧНА СЕСИЯ, ПОСВЕТЕНА НА ПРОФ. ДФН САВА МАНОВ (1943-2005)

На 7 юни 2013 г. в Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика при БАН бе проведена научна сесия, посветена на 70-годишнината на нашия уважаван и обичан колега проф. дфн Сава Славчев Манов (1943-2005). В сесията взеха участие близки и роднини на професор Манов, както и много негови колеги и приятели. След кратко експозе за научните му постижения имаше спомени и изказвания за него.

Сесията бе открита от заместник-директора на ИЯИЯЕ доц. Лъчезар Георгиев. В словото си той отбеляза, че: „професор Сава Манов беше високо образован и талантлив учен. Автор е на две монографии и повече от 100 научни публикации. Той беше един от водещите специалисти в областта на теорията на гравитацията, общата теория на относителността и на диференциално-геометричните методи в теоретичната физика.“



Професор, д.ф.н. Сава Славчев Манов е завършил висшето си образование по физика в Университет „Фридрих Шилер“ – Йена, Германия през 1968 г. От 1970 г. той отново е в Йена, този път като редовен докторант. През 1973 г. той успешно защитава кандидатската си дисертация на тема „Изследване на приложимостта на различните методи при проблематиката на запазването на енергията

и импулса в Айнщайновата теория на гравитацията“ под ръководството на проф. Шмутцер. През 2000 г. защитава успешно дисертация за научната степен доктор на физическите науки на тема „Механика на тензорните полета над множества с контравариантни и ковариантни афинни свързаности и метрики“.

Сава Манов е автор на повече от сто научни труда, включващи: 2 монографии, отпечатани в нюйоркското издателство *Nova Publishers*; повече от 70 публикации в рецензируеми списания и издания; няколко десетки доклади в трудовете на международни конференции. Неговият основен принос е построяването и изследването на нови методи и хипотези в теорията на относителността и гравитацията, както и в механиката на непрекъснатите среди.

В доклада си проф. Владимир Герджиков накратко разказа за неговото научно израстване и научна дейност, както и за педагогическата дейност на проф. Манов:

„Освен с научни изследвания, Сава Манов имаше и сериозна учебна и педагогическа дейност. Тя включва четене на лекции във Физическия факултет на Софийския университет през 1979-1981 г. и 1989-1996 г., както и във Факултета по математика и механика през 1979-1981 г. Под негово ръководство успешно са защитени и няколко дипломни работи и една докторска дисертация.

Познавам Сава Манов от няколко десетилетия, още от времето, когато постъпих на работа в ИИИЯЕ. Имам преки многогодишни лични впечатления както за научното му развитие от многобройните му семинари в института, така и за колегиалното му поведение. Той участваше активно при организиране и провеждане на редица научни форуми: школи, конференции и др. Беше секретар на Научния съвет на ИИИЯЕ, както и научен секретар на ИИИЯЕ. Уважаван и ценен е от колегите си за постоянната си отзивчивост и готовност да помогне.

Специално искам да отбележа, че той беше сред съоснователите на Лабораторията по солитони, кохерентност и геометрия през 2002 г. и много помогна, за да стъпи тя на краката си.

Накратко, ще запомним Сава Манов като високо ерудиран учен с дълбоки познания в теоретичната физика, диференциалната геометрия и теорията на относителността. През последните години от живота си той показва невероятна публикационна и организационна активност, с което допринесе много за института ни както като учен и колега, така и като администратор.“

Спомени за Сава Манов разказаха съпругата му Иванка Манова и сестра му Антоанета Манова. С добри думи го споменаха и много от неговите колеги в ИИИЯЕ, а доц. д-р Николай Щърбов разказа спомени за ученическите им години в III ЕСПУ (сега Математическа гимназия) „Гео Милев“ – Плевен:

„По характер Савели беше обичлива натура, беше отзивчив и готов да помогне на всеки. Той никога не отказваше да сподели познанията си със своите съученици, нито пък да си даде домашната работа за преписване на някой неуспял да си подготви уроците за деня. У него нямаше никакво чувство за превъзходство над останалите, защото много скромно приемаше своите успехи. Не обичаше да го хвалят и да го дават за пример – нещо, което според нас беше съвсем заслужено. Затова Савели не беше надут и недостъпен, с което често се отличават изявените или набедени отличници. Той просто беше един от нас и в час, и в извънкласния ни живот. Участваше в лудориите ни наравно с всички, приемаше ги с весела усмивка, като всички на тази буйна възраст. Дори при сериозни провинения той нито веднъж не ни е възпирал или порицавал, като е споделял солидарно с нас упреците или наказанията, наложени от училищното ръководство. Затова беше и обичан лидер в младежката ни организация и по това време заслужено бе знаменосец на нашето III единно политехническо училище „Гео Милев“ в гр. Плевен. През последните гимназиални години Савели беше и председател на Учкома, но никога не е робувал на партийните догми. Напротив, с

целия си авторитет и убеденост в правотата си той не допусна да бъде изключена от ДКМС наша съученичка само защото е придружила своята престаряла баба на черковна Великденска служба.

Савели завърши гимназия като един от седемте пълни отличници в нашия клас, но той пак бе първи сред деветте отличника в гимназията. Затова учителският съвет напълно заслужено го представи за награда от тогавашното Министерство на образованието, което му присъди златен медал за завършено средно образование – единствения за випуск 1961 г. от трите гимназии в града. Не знаей дали това отличие го е зарадвало толкова, колкото нас – неговите съученици и приятели...

Това беше Савата. Той остави много светли спомени в душите на своите съученици, които на всяка среща през последните години почитат паметта му с болка в душите, че е напуснал толкова внезапно и рано нашите редици.“

Колегите и приятелите на проф. Сава Манов ще го помнят като високо ерудиран и отзивчив човек, винаги готов да помогне в трудни моменти, изключително скромен и с високи изисквания преди всичко към себе си.

Владимир Герджиков, Георги Граховски, ИЯИЯЕ

**Броеве на Списание СВЕТОТ НА ФИЗИКАТА можете да си поръчате и на електронния магазин на сайта на списанието:
<http://wop.cointech.net/bg/archive.php>**

**Присъединете се към групата на списанието във facebook –
<http://www.facebook.com/worldofphysics>
за да научавате веднага новините, свързани с физиката**

ПРОФ. ДФН НАТАЛИЯ БОРИСОВА ЯНЕВА (1937-2013)

Наталия Янева завършва висше образование през 1960 г. в СУ „Климент Охридски“, Физико-математически факултет, специалност физика. Същата година постъпва на работа в тогава Физически институт с Атомна научно-експериментална база при БАН в Лабораторията по ядрена физика.

През 1971 г. тя защитава кандидатска дисертация в ОИЯИ, Дубна под ръководството на чл.-кор. на АН на СССР Шапиро, а през 1985 г. защитава докторска дисертация на тема „Неутронни данни за делящи се ядра“. През 1989 г. ѝ е присъдено научно звание ст.н.с. I-ва степен. Научната дейност на проф. Наталия Янева е насочена в областта на физика на делене на тежки ядра, ядрени данни за реактори и автоматизация на експеримента.

През 1977 г. в ИИЯИЕ е сформирана Проблемна група по реактори с бързи неутрони с ръководител ст.н.с. Наталия Янева. От този момент започва да се развива една нова тематика за ИИЯИЕ – получаване на ядрени данни за материали за ядрените реактори. За успешното развитие на тематиката от първостепенно значение са организаторските способности на проф. Наталия Янева. Тук се включват провеждане на експерименти по измерване сечения на взаимодействие на неутрони с ядрата, създаване на нови кодове за анализ и обработка на експерименталните данни, параметризация на неутронни сечения в резонансната област и др. Научните резултати на проф. Наталия Янева са отразени в над 190 научни публикации, като 90 от тях са в реферирани списания. Лично са докладвани на престижни международни конференции и работни съвещания в Русия, САЩ, Япония, Франция, Италия, Белгия и др. В публичното пространство проф. Наталия Янева участва с множество статии и в дискусии за обществена осведоменост за ядрената енергетика.

Проф. Наталия Янева чете лекции по неутронна физика в СУ от 1983 до 1989 г. Ръководител е на дипломни работи на 10 студента по физика и под нейно ръководство са защитили 12 докторанта.

Научно-организационната дейност на проф. Янева е в България и в чужбина. Тя е била член на НС на ИИЯИЕ, БАН, член и секретар на Специализирания научен съвет по ЯФЯЕА към ВАК, член на Международния комитет за ядрени данни към МААЕ, Виена, член и председател на Програмен комитет по ядрена физика към ОИЯИ, Дубна, редактор на списанието на Българското ядрено дружество.

Проф. Наталия Янева е награждавана с орден Кирил и Методий I-ва степен (1980 г.) и с медал Климент Охридски (1987 г.)

Съюз на Българските физици

ДОЦ. Д-Р ПЕНКА ПЕТКОВА КИРЧЕВА (1934-2014)

Родена е в гр. Горна Оряховица и там е завършила гимназия. Висше образование получава в СУ – Физически факултет. В самото начало на 70-те години на миналия век е заминала за СССР, в института ФИАН, Москва като редовен докторант и е прекарала там около година и половина, но се е завърнала в България, без да защити дисертация. След завръщането си е постъпила на работа в ИФТТ БАН, в лабораторията по Оптика и Спектроскопия на проф. П.Симова. Защитила дисертация на самостоятелна подготовка в областта на многофотонните процеси и стимулирана Раманова спектроскопия в края на седемдесетте години.

Живееше с неприязън към тогава управляващата БКП и към протежетата ѝ. (Очевидно имаше своите лични причини за това, но не обичаше да ги споделя.) Самоизолираше се от колегите. Имаше силно чувство за хумор и самоирония. Беше честен борец, не избираше лесния път, но набележеше ли цел, следваше я много упорито, колкото и усилия да ѝ костваше това. Тя имаше собствен стил във всичко. Винаги беше стройна и подвижна, спортно-елегантно облечена, неподвластна на мода, грим и боя...

Беше много вискателна към себе си и към колегите си, с дълбоко разбиране на физиката. Не признаваше „не мога“, „не става“ – на това отговаряше с „правиш го, докато се научиш да го правиш“ – „докато проможеш“. През годините сме попадали в различни ситуации и отношения, но накрая запазиме добри чувства към нея, защото научихме много и не бяхме ошетени. Тя беше прецизен експериментатор, влагаше задълбочено разбиране в математическото моделиране на физическите процеси.

Под нейно ръководство са направили дипломните си работи много колеги: Гради Градев, Димитър Ангелов, Елка Кескинова и Андрей Ценов.

Имаше активно сътрудничество със спектроскописти от Централния институт по оптика и спектроскопия на ГДР: A. Lau, K. Lenz, H. J. Weigmann, M. Pfeiffer.

Под нейно ръководство и с активното ѝ участие бе изграден първият твърдотелен рубинов лазер в института – отначало наносекунден, а след това и пикосекунден. Те от своя страна станаха напомпващи на първия течен лазер на органични багрила. През седемдесетте години под нейно ръководство и участие бяха провеждани системни изследвания на органични багрила с двуквантово възбуждане: стимулирана флуоресценция, времеви и спектрални характеристики, фотоизомеризация, Стимулирано Резонансно Раманово Разсейване (CRRP). Някои от получените честоти бяха отнесени към определени колебания в молекулите на органичните бои. Система от скоростни уравнения беше решавана числено за конкретни експериментални условия. Резултатите имаха добро съвпадение с експеримента. Бяха изследвани формата и спектралната структура на стимулираното излъчване на системи с три и четири енергетични нива.

Пенсионира се към края на 1994 г., след което продължи да работи – това беше неин интерес и същност. Едно от последните ѝ посещения в института беше на семинара, посветен на 90-годишнината на проф. Симова, на 15.01.2010 г. Както обикновено, Пенка изслуша с интерес научните доклади на колегите, след което бързо и незабелязано се оттегли – скри се.

Тя живееше и се забавляваше с физика. Имаше широка култура, обичаше класическа музика, четеше много и в различни области... Виждали сме се на симфонични концерти и в планината, защото обичаше да ходи на туризъм, но физиката беше нейната истинска същност.

Редакционна бележка относно дискусията за учебника „Основи на съвременната физика“ от Ст. Иванов и Я. Шопов.

В редакцията на списание „Светът на физиката“ се получи мнение за публикувания през миналата година учебник „Основи на съвременната физика“ от проф. дфзн Ст. Иванов и доц. д-р Я. Шопов. Учебникът е предназначен основно за студенти от Химическия факултет на СУ. Автори на мнението са проф. дфзн Р. Ценов и доц. дфзн М. Чижов от Физическия факултет на Университета. Мнението се основава на относително малка част от учебника, свързана с областта от физиката, в която колегите са специалисти, и е силно негативно.

В съответствие със световната практика, утвърдена от години и в нашето списание, редакционната колегия предостави на проф. Ст. Иванов и доц. Я. Шопов възможността да се запознаят с мнението и правото на отговор.

На своето последно заседание редакционната колегия на „Светът на физиката“ след внимателно запознаване с мнението и отговора на мнението взе решение да не предостави страниците на списанието като поле на възникналата полемика. Членовете на редакционната колегия считат, че разразилата се епистоларна дискусия нарушава установените традиции и норми на списанието и излиза извън рамките на добрия тон, който е задължителен при подобен спор. Доц. В. Голев и доц. Г. Граховски останаха на мнението си, че отзивът на проф. Ценов и доц. Чижов следваше да бъде публикуван.

В рубриката „Книгопис“ списанието помества информация и мнения за нови книги, монографии и учебници, но не може да служи като арена на конфронтационни позиции и лични нападки. Същевременно неотпечатаните материали, постъпили в списанието, са на разположение на интересувашите се в канцеларията на Съюза на физиците в България.

Редакционна колегия на списание Светът на физиката

„137: ЮНГ, ПАУЛИ И ГОНИТБАТА ПОДИР ЕДНА НАУЧНА ИДЕЯ ФИКС“

Артър Милър

Част I

Кратки въстъпителни бележки на преводача

*„Трябва да си наистина велик човек, за да
устоиш даже срещу здравия разум“*

Ф. М. Достоевски („Бесове“)

МНОЗИНА ОТ ЧИТАТЕЛИТЕ вероятно ще бъдат учудени от числото 137 в заглавието на книгата, избрана за рубриката *Четиво с продължение* през 2014 г. А и съчетанието на двете имена – това на знаменития физик от първата половина на 20 в., Волфганг Паули, както и това на не по-малко знаменития негов съвременник, психологът и психиатърът Карл Густав Юнг, – също изглежда твърде странно. Числото 137 остава загадка във физиката вече цяло едно столетие. А то е само върхът на айсберга, известен като парадокси на квантовата механика. И по изненадващ начин се сближава с фундаменталния проблем на психологията – този за природата на съзнанието.

Както изучаването на съзнанието, така и изследването на квантовите обекти се натъква на един основен проблем: присъствието на наблюдателя не може да се изключи от поведението на наблюдавания обект. Рационализмът на Декартовия обективизъм сериозно се пропуква. Нужен е нов подход. Може би ирационален? Може би езотеричен?

Малцина от съвременните учени са склонни да признаят, че тайно се отклоняват от парадигмата на рационализма и тръгват по тъмните криволичещи пътеки на ирационалното. Така е било с Паули и Юнг. Но така е било и преди повече от три столетия, когато Нютон е изграждал основите на класическата наука. Когато бил запитан от свой колега върху какво работи, отговорът бил: „Върху физиката, но само в свободното си време“, защото основните му занятия били библейската хронология, алхимията и как да се различи движението на материалните обекти относно Бог. На своите знаменити закони за движението той гледал като на средство за постигане на тази цел. И затова изследователят на Нютоновото наследство, английският икономист Джон Мейнард Кейнс, ще заключи: „Нютон не беше първият от епохата на разума. Той беше последният от магьосниците“ [вж. *Светът на физиката*, 36, № 1, (2013) с. 40].

Нютон не е искал да се знае за неговите езотерични (философски, религиозни, алхимични, астрологични) занятия. Не е искал и Паули. А също Юнг. Затова едва в началото на 21 век научаваме за тази непозната страна на техните изследвания. Какви ли са били техните очаквания? Кой е техният път към истината?

Ето отговорът на Паули: „Моето собствено разбиране е, че съществува само една *тясна* пътека на истината (без значение дали става дума за научна или друга истина), която минава между Сцила със синкавата мъгла на мистицизма и Харибда на стерилния рационализъм. Тя цялата е осеяна с уловки и човек може да падне на всяка от двете ѝ страни“.

АВТОРЪТ на книгата, Артър Милър, завършва физика в City College, NY и защитава докторат в Масачузетския Технологичен Институт на тема от теорията на елементарните частици. Още в тези ранни години се увлича от историята на идеите в научното творчество. През 1991 г. заживява в Лондон, където става професор по история и философия на науката в лондонския University College. Интересът му към ролята на нагледните образи в научното откритие го отвежда към когнитивните науки и мястото на понятия като естетика, красота, интуиция и симетрия в науката и изкуството. Това го довежда до съпоставка на творчеството на двамата най-изявени в началото на 20 век представители на науката – Айнщайн – и на изкуството – Пикасо. В книга, посветена на двамата творци (*Айнщайн, Пикасо: пространство, време и красота*), обсъжда ролята на историческата обстановка за творчеството и проблема на „двете култури“. Този проблем става основен сюжет на настоящата книга. Като мотив за написването ѝ Милър посочва: „Исках да привлека вниманието на всички към високото ниво на техните [на Паули и Юнг; б.п.] дискусии по въпроси, които обхващат физиката, психологията, биологията, религията, ЕСВ [екстрасензорно възприятие; б.п.] НЛО и Армагедон. Те осъзнават, че нито само физиката, нито само психологията биха могли да отговорят на такива дълбоки въпроси като: „Каква е природата на съзнанието?“. Успех би могъл да се постигне само с помощта на интердисциплинен подход.“

Този подход отвежда двамата учени към споменатите по-горе екзотични теми. Тези теми не са тяхна цел – те са средство да намерят новия път към онази „налудничава идея“, която ще ги изведе към новото знание. Защото все още нямаме такава идея, която да ни обясни числото 137.

———— * ————

Пролог

ЧИСЛО ли лежи в корена на вселената? Просто ли е това число? С число ли се обяснява всичко във вселената? Много от най-големите открития в науката са възникнали от математиката: Айнщайновата обща теория на относителността, черните дупки, паралелните вселени, струнната теория и теорията на сложността са само няколко от многото примери. Всички те могат да се изразят с уравнения, но заедно с това изразяват конкретни аспекти на физическия свят.

137 е историята на двама единаци – Паули, ученият, който се потопи в окултното, и Юнг, психологът, който е уверен, че в науката се съдържат отговорите на някои от измъчващите го въпроси. И двамата имат огромни и трайни приноси в техните об-



*Волфганг Паули
(1900 – 1958)*



*Карл Густав Юнг
(1875 – 1961)*

ласти. Но в многобройните си разговори те отиват много по-далеч, изследват междинната територия между техните две области, като и от двете страни изскачат искри.

През 1931 г. Паули е на върха на своята научна кариера. Той е открил принципа на забраната (принцип на Паули), който обяснява защо веществото има такава структура и защо определени звезди загиват.

Година по-рано той е направил дръзкото предположение, че

съществува една още неоткрита частица, която става известна като „неутрино“. Тя е открита в лабораторията едва двадесет и шест години по-късно.

Равнодушен към слава и бляскави награди, Паули търси удовлетворение в научната работа. Но е преследван от психическа депресия и затова се обръща към световно известния психолог Карл Юнг, чието жилище е недалеч от неговото – в покрайнините на Цюрих.

Паули е на 31 г. Юнг е с 26 години по-възрастен. Юнг е прославен и е търсен от пациенти от висшето общество в Европа и Америка. Заедно със Зигмунд Фройд си поставят задача да изучават – и лекуват – ума. Но подходите им са твърде различни. Юнг търси проявите на дълбочинното подсъзнание. Наред с това в кръга на интересите му са китайската философия, алхимията и НЛЮ. Той вижда еднакви схеми в основата на коренно различни начини на мислене и е убеден, че те възникват от ума – нарича ги колективно несъзнавано и архетипи. Днес тези понятия са общоприети.

По-късно Юнг развива идеята за синхронност и се доближава до връзката между привидно студения рационален свят на науката и предполагаемо ирационалния свят на интуицията и *psyche* (душевността).

Факторът, който обединява всичките тези интереси, е идеята за числата. Юнг е запленил от свойството на някои числа – тройка и четворка – постоянно да изникват в алхимията и в религията. Но едва след запознаването му с Паули нещата започват да се проясняват.

ПАУЛИ също е заинтригуван от числата. Неговото увлечение започва, когато става студент по физика и неговият научен ръководител Арнолд Зомерфелд превъзнася чудесата на целите числа със цялата пристрастеност на кабалист. Между тези числа е 137.

Именно Зомерфелд е този, който открива това необикновено число през 1915 г., когато опитвал да си обясни една особено загадъчна черта на атомите: константата на „фината структура“ на спектралните линии. Наречена е така, макар в действителност да е равна на $1/137$, но за удобство физиците говорят за 137. Скоро след като числото

137 е открито, Зомерфелд и други физици осъзнават, че значението му далеч надхвърля решението на конкретния въпрос за фината структура, защото е инвариантно за цялата вселена и обединява величини, които са централни за относителността и за квантовата теория.

Константата на фината структура се оказва извънредно фино настроена, така че да позволи съществуването на живота – такъв, какъвто го познаваме на нашата планета. Може би затова физиците я нарекоха „мистичното число“.

По времето, когато Зомерфелд се натъква на 137, целите числа започват да изникват навсякъде в атомната физика. Две години по-рано датският физик Нилс Бор е открил, че енергетичните нива на електроните в атомите могат да се изразят с цели числа – т.нар. квантови числа. Той приема, че за локализирането на електрона в атома са необходими само три квантови числа – точно колкото са нужни за локализирането на тяло в тримерното пространство. Но десетина години по-късно Паули показва, че в действителност е нужно четвърто квантово число. Проблемът обаче е, че то не може да се представи нагледно.

Според Паули проблемът се свежда до числата, до „трудния преход от три към четири“. Оказва се, че 137 е свързано с този преход.

Три столетия преди това подобен въпрос става причина за спор между мистика и учения Йохан Кеплер и розенкройцерианеца¹⁾ Робърт Флъд. Кеплер твърди, че тройката е основното число във фундамента на вселената, като се позовава на християнската теология и древния мистицизъм. Флъд настоява за четворката, позовавайки се на Кабалата, на четворката крайници, четирите сезона и четирите стихии (земя, вода, въздух и огън).

Но откъде се взе 137? Паули е убеден, че това число е толкова фундаментално, че то би трябвало да е изводимо от теорията на елементарните частици. Този въпрос го завладява до такава степен, че той не издържа и се обръща към Юнг.

Психологическата теория на Юнг предлага на Паули начин да разбере по-дълбокия смисъл на четвъртото квантово число и неговата връзка със 137 – връзка, която отива отвъд науката в сферата на мистицизма, алхимията и архетипите. На свой ред Юнг вижда в Паули цяло съкровище от архаични спомени – при това на голям учен, който може да му помогне да постави своите теории на здрава основа.

Опасно известен

В Европа от 1920-те години Карл Юнг е знаменитост и е смятан за главен съперник на великия Зигмунд Фройд. Докато Фройд набелязал новата област на психоанализа, Юнг е този, който я прави модна. Той разширява обхвата ѝ, като използва сънищата, за да изследва несъзнаваното по-задълбочено.

Юнг станал, по собствения му израз, „опасно известен“ и пациентите му понякога трябвало да изчакват цяла година, за да бъдат приети от него.

Но му липсвало още нещо. Нуждаел се от здрава научна основа. За да развие идеите си, трябвало да заработи с някого, който да е в курса на последните постижения в науката.

Колективното несъзнавано

И Фройд, и Юнг работят въз основа на анализ на сънищата. Но, докато за Фройд несъзнаваното е съставено от ежедневиия опит, Юнг разглежда сънищата като вход към споделеното или колективно несъзнавано. За Фройд несъзнаваното е хранилище на потиснати емоции, мисли и спомени. Юнг, обратно, се интересува от онези аспекти на душевността (psyche), които принадлежат към по-дълбоки нелични сфери, принадлежащи към общочовешкото. Колективното несъзнавано е изградено от архетипи, които не са наследени идеи, а потенциалности – латентни възможности. Те съществуват в загадъчната сенчеста сфера, за която никога не ще имаме пряко познание, именно колективното несъзнавано.

Юнг описва архетипите като невидима кристална решетка, която формира мислите по същия начин, по който реалният кристал пречупва светлината. Архетипът се натоварва с възприятия или мисли от личното несъзнавано, чрез архетипни образи или символи да добие визуална форма и така да премине в съзнаваното.

Архетипите са вградени в ума. Те са организиращият принцип, който ни дава възможност да изграждаме знание посредством анализ на постъпващите възприятия. Архетипите оказват влияние върху нашите мисли, чувства и действия и определят дали мозъкът е болен или здрав.

Ранни успехи, ранни провали

ИМАШЕ нещо особено при Волфганг Паули. От най-ранната му кариера неговите колеги забелязват, че когато той влиза в лаборатория, апаратурата се поврежда. „Ефектът на Паули“, както го наричат, очевидно не е възможен – това трябва да е просто някакво съвпадение. Но това става пак и пак.

През 1920 г. станала масивна повреда на апаратурата в лаборатория на Гьотингенския университет. Един ранен следобед, без никаква видима причина, една сложна апаратура за изследване на атоми излиза от строя. А Паули не бил даже в страната (Германия). Бил в Швейцария. Най-после, казали си колегите му с облекчение, тук имаме ясно доказателство, че това не е ефект на Паули. Шефът на лабораторията написал шеговито писмо до Паули, в което му разказал за това. Писмото било пратено на адреса на Паули в Цюрих. След значително закъснение получават отговор от Паули. Той пътувал за Копенхаген, но в момента на аварията влакът му спрял за няколко минути на гарата в Гьотинген.

Имало и други неща около Паули. Той се оказва един от най-блестящите физици на своето време. Великият Айнщайн го нарича свой наследник. Но Паули е извънредно скромен и отказва да участва в трескавото състезание, в което участват другите физици. Вместо да публикува статии, той често споделя идеите си просто в писма и дискусии. А когато други публикуват статии, в които претендират за приоритет, той даже не си дава труд да спори с тях.

Бил също известен със странностите в личния си живот. Докато другите физици се концентрирали изцяло върху своите изследвания, той прекарвал нощите си в барове и кафенета, в гуляи с певици и кабаретни танцьорки. Никога не ставал от сън преди

обяд. Невисок и закръглен, с обло и непроницаемо лице, напомнящо Буда, той бил известен със сардоничния си хумор. Всички смятали, че характерът му е странен, но малцина допускли, че начинът му на живот ще го доведе до анализа на Юнг.

Паули идва при Зомерфелд, за да се учи от него. Но само след един кратък разговор Зомерфелд заключава, че няма много неща, на които той да го научи. „При мен дойде един действително поразяващ образец на интелектуалния елит на Виена в лицето на младия Паули...“ – пише той на колега в Австрия.

Зомерфелд е впечатлен от младежката статия на Паули върху общата относителност, която вече е приета за печат. С нея Паули се налага като експерт в тази област. Той изнася лекции на тази тема в института на Зомерфелд, а статията му е привлякла вниманието даже на Айнщайн. Паули бързо публикува още две статии върху относителността, основани върху изследвания на Х.Вайл. Самият Вайл го нарича колега и му пише: „Невъзможно ми е да разбера как на такава млада възраст постигаш тези знания и тази свобода на мисълта, необходими за овладяването на тази теория...“

По това време Зомерфелд пише статия върху относителността за списанието *Encyclopaedia of the Mathematical Sciences*, чийто редактор е той. Паули посещавал неговите лекции на тази тема и направил някои критични коментари, които заинтригували Зомерфелд. Той му предложил да стане съавтор на статията. А накрая, поради заетост с изследвания върху атомната физика, Зомерфелд изцяло възлага на Паули написването на статията. Статията е отпечатана през 1921 г. и е истински шедьовър. Тя е публикувана също така във вид на отделна книга, която и до днес представлява неоценимо изложение на теорията на относителността. Самият Айнщайн е впечатлен: „Никой, който се запознава с този зрял и задълбочен труд, не би повярвал, че авторът е младеж на 21 година. Човек не знае на какво да се учудва най-много – дали на психологичното вникване в развитието на идеите, дали на увереността при математическите изводи, дали на дълбокото физическо прозрение, на изчерпателното излагане на предмета или на уверения критичен анализ“ – пише той в един обзор.

По това време Айнщайн трябвало да изнесе важна лекция върху теорията на относителността в Берлинския университет. Професорите заемали първата редица, зад тях седели лектори и асистенти, а студентите седели на задните редици. Паули, който със сигурност не е бил професор и най-вероятно е бил все още студент, избира да седне в самата среда на първата редица, облечен [както гласи легендата] в къси кожени гащета от тиролски тип. В края на лекцията настанало мълчание, през което брадатите професори, с техните колосани бели ризи и черни вратовръзки, решавали кой би трябвало да зададе първия въпрос и в какъв ред да са следващите въпроси. В това време Паули скочил, обърнал се с лице към публиката и без никакво смущение казал: „Това, което професор Айнщайн току-що разказа, в действителност не е толкова глупаво, колкото може да ви се е сторило.“

Паули се среща с Хайзенберг

Към 1920 г. Паули вече е асистент на Зомерфелд. Между студентите, чиито домашни работи е трябвало да коригира, бил млад човек на име Вернер Хайзенберг.

Хайзенберг щял скоро да стане едно от големите имена в историята на физиката. Още като момче той бил извънредно амбициозен. Без да е имал особени данни на спортист, той тренирал с огромно усърдие и станал много добър скиор, бегач и играч на пинг-понг. Подобно на Паули, той с лекота усвоявал гимназиалните предмети и през повечето време се занимавал сам, като изучавал предимно математика.

Хайзенберг и Паули бързо се сприятеляват – Тяхна обща страст е физиката. Но представите им за приятно прекарване на времето са диаметрално противоположни. Хайзенберг си спомня: „Докато аз обичах дневната светлина и при всяка възможност прекарвах свободното си време в планинарство, плуване или приготвяне на прости ястия на брега на някое от баварските езера, Волфганг беше типична нощна птица. Той предпочиташе града, обичаше да прекарва вечерите си в бар или в кафене и след това да работи по своята физика през по-голямата част от нощта с огромна концентрация и с голям успех“.

Когато не били заедно, те си кореспондирали и писмата им приличали повече на научни статии. Така както коригирал домашните работи на Хайзенберг в Мюнхен, така Паули продължил да коментира критично идеите на Хайзенберг. „Паули имаше много силно влияние върху мен“ – спомня си Хайзенберг. „Той беше много силна личност... Беше извънредно критичен. Не знам колко пъти ми е казвал ‘Ти си пълен глупак’ и тем подобни. Това много ми помагаше“.

Паули се запознава с Бор

През 1922 г. Паули е поканен от Бор да работи една година в Копенхаген. Там Бор му поставя задача, която ще го измъчва в продължение на години и ще бъде един от факторите за неговия психически срив. Проблемът бил върху аномалния ефект на Зеeman. Това ни връща към ръководителя на Паули в Мюнхен, Арнолд Зомерфелд, и неговите изследвания върху структурата на спектралните линии.

Откриването на 137

По теорията на Бор, когато електрон преминава от по-висока на по-ниска орбита, той излъчва светлина, която се регистрира в лабораторията като спектрална линия. Бор беше разработил уравнения за тези спектрални линии, които позволяват да ги сравняваме с данните, получени в лабораторията.

Към 1915 г. са създадени по-точни спектроскопи, които дават възможност да се получат по-детайлни спектрограми. Те показват, че много от линиите са съставени от няколко по-гъсто разположени линии; те са наречени „фина структура“. А когато атомът е разположен близо да магнит, някои от спектралните линии се разцепват на други линии или „мултиплети“.

Най-важният принос на Зомерфелд в атомната физика е свързан с проблема на фината структура. Той се досеща да приложи теорията на относителността към Боровата теория, като измени масата на електрона в съответствие със знаменитото уравнение на Айнщайн $E = mc^2$. Резултатът е поразителен: в уравнението на Бор за единична спектрална линия се появява допълнителен член. Този допълнителен член

прави възможно да се предскаже, че определени линии ще се разцепят и ще разкрият своята фина структура.

Величината, която определя рзстоянието между разделените спектрални линии, Зомерфелд нарича „константа на фината структура“ и я означава с α , като

$$\alpha = 2\pi e^2/hc.$$

Тя е съставена от три фундаментални коинстанти: заряда на електрона e ($= 1.60 \times 10^{-19}$ кулона), скоростта на светлината c ($= 3 \times 10^8$ m/sec), която определя теорията на относителността, и Планковата константа h ($= 6.63 \times 10^{-34}$ Joule/sec), която определя квантовата теория. Трите константи вече са били измерени. Така откритието на константата на фината структура е стъпка към голямата цел да се създаде такава теория, която би обединила относителността и квантовата теория, голямото и малкото, микрокосмоса и микрокосмоса.

Забележително е, че комбинацията от трите размерни фундаментални константи е такава, че самата константа на фината структура е безразмерна – тя не зависи от мерните единици, с които работим. Зомерфелд изчислява, че $\alpha = 0.00729$.

Никога преди това във физиката не се е появявало безразмерно число от такова фундаментално значение. По-късно учените установяват, че ако числената стойност на α е само с 4 процента различна, почти всичкият въглерод и кислород ще се разруши във всяка звезда във вселената и животът на нашата планета не би съществувал или би бил принципно различен. Константата на фината структура лежи в основата на цялото съществуване.

Наред с това една от многото загадки е въпросът защо спектралните линии се разцепват, когато атомите се поставят в магнитно поле. Към средата на 19 век Майкъл Фарадей забелязал това явление, но не разполагал с достатъчно точни уреди. През 1896 г. младият холандец Петер Зееман, от Лайденския университет, ровейки се във физически списания отпреди десетилетия, попада на изследванията на Фарадей. Разполагайки с по-точна апаратура, той открива допълнителното разцепване на спектралните линии, причинено от магнитно поле. Това явление е наречено „ефект на Зееман“.

Две години по-късно нещата отново се усложняват. Зееман забелязва, че в по-слабо магнитно поле спектралните линии се разцепват в различни структури на още повече линии – мултиплети. Това странно обстоятелство става известно като „аномален ефект на Зееман“.

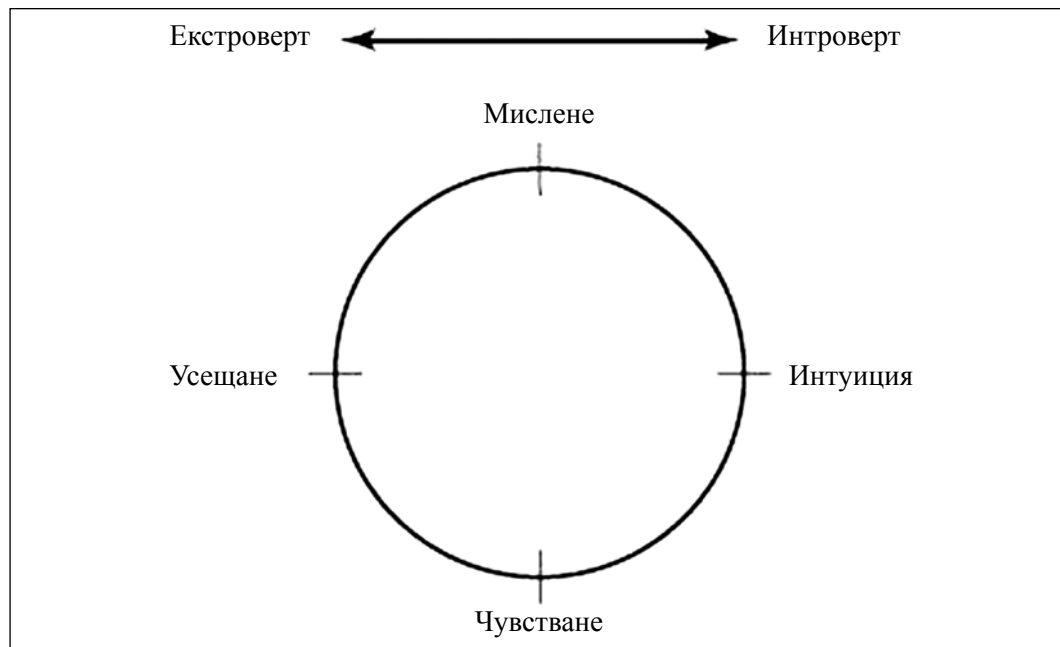
Бор поставя на Паули задачата да намери уравнение, което описва това поведение. Щом ефектът е установен и щом Боровата теория за атома като планетна система от електрони работи, то от нея би трябвало да се получи това уравнение.

Ден и нощ Паули размишлява над това. Непрестанно изчислява, опитва различни подходи – провал след провал. „Колега ме срещна да се скитам без посока из красивите улици на Копенхаген и приятелски ми каза: ‘Изглеждаш ми много нещастен’, на което аз отвърнах: ‘Как може човек да изглежда щастлив, когато мисли за аномалния ефект на Зееман?’“

Философският камък

Аналитичната психология на Юнг: четирите типа функции

МЕЖДУВРЕМЕННО в Цюрих Юнг изгражда рамката и речника за своята аналитична психология. През 1921 г. той публикува своята основополагаща книга на тази тема, *Психологични типове*. Въз основа на богатия си опит с пациенти той твърди, че съществуват два противоположни начина на съществуване, които определят и ограничават реакцията на една личност спрямо външния свят и спрямо себе си – интроверсия и екстраверсия. Интроверсията е обръщане навътре в себе си, а екстраверсията е обратното. Юнг пръв създава тези две понятия, които днес са общоупотребявани. По-нататък той ги разделя още на по две и предлага четири основни типа функции: мислене, чувстване, усещане и интуиция. Той ги определя по следния начин: *мисленето* води до логически изводи; *чувстването* е установяване на субективен критерий за приемане или отричане; *усещането* насочва нашето внимание вън от нас и се причинява от съзнателното възприемане посредством сетивните органи. *Интуицията* е нещо подобно на усещането, но без да има причина за насочване на вниманието, а по-скоро е досещане, вдъхновение, вътрешно чувство. Закljučенията се появяват не по логически начин, а изникват изневиделица, както е при внезапното досещане как да решим даден проблем, без да сме мислили съзнателно за него. По-нататък Юнг дели тези четири функции на две групи по две: мислене и чувстване, свързани с рационалност и логика; и интуиция и усещане, които той свързва с ирационалност



Фиг. 1.2. Двата противоположни начина на съществуване и четирите типа функции

Според Юнг, когато една от функциите доминира, другата може да изпадне в несъзнаваното и да се върне към своето по-ранно архаично състояние. Никой не е чисто мислещ или чувстващ тип. Ние всички сме комбинации от двата типа и четирите функции. Нашата личност е резултат от борбата на тези противоположности да постигнат равновесие.

Междувременно Юнг търси смисъла на образите в дълбочината на колективното несъзнавано. Много от отговорите намира в символиката на алхимиците. Последните постулират, че всичко, даже металите, е изградено от четири елемента – земя, вода, въздух и огън, които могат да се превръщат един в друг – т.нар. „ротация на елементите“. Цел на алхимията е да постигне обединение на всичките четири елемента, за да създаде мистичния пети елемент – квинтесенцията или легендарния „философски камък“. Това е крайното състояние на просветлението, съвършенството. Философският камък има силата да превръща обикновените метали в злато и заедно с това да превърне човека в просветлен философ.

Принципът на Паули за забраната. Четири квантови числа вместо три

През есента на 1924 г. на Паули му хрумват едновременно две идеи. Първата е следната: ако релативистичните ефекти играят роля за електроните от запълнената с електрони сърцевина, техните маси трябва да се променят и това да се отрази върху разстоянията между мултиплетите. Но експериментите не показвали нищо подобно, което би могло да означава само едно: сърцевината трябва да е инертна и да не играе никаква роля.

По-нататък Паули си задава въпроса: какво спира всеки електрон в атома да падне в най-ниското енергетично ниво – основното ниво. Тук Паули се натъква на статия от Едмънд Стоунър, от университета на Лийдс, в която се предлага обяснение на аномалния ефект на Зеeman за алкален атом. Стоунър разглежда атома като съставен от затворена сърцевина, изградена от запълнени електронни слоеве, и единичен външен електрон, въртящ се около нея. По идеята на Стоунър аномалният ефект на Зеeman се обяснява като деформация на затворената сърцевина в магнитно поле. А тази деформация става по два начина, които придават на едно от квантовите числа стойност плюс или минус една втора.

Но Паули е установил, че сърцевината е инертна и че само външният електрон играе роля в химическото взаимодействие на алкалния атом. Затова решава да прехвърли квантовото число от сърцевината на външния електрон, т.е. стойностите (получени от Стоунър) плюс и минус една втора. Резултатът е поразяващ: получава се за всеки запълнен електронен слой същата формула $2n^2$, която Бор е предложил без никакви теоретични аргументи.

Паули отива по-далеч: предлага двете възможни стойности за четвъртото квантово число да се припишат на всеки електрон в атома, независимо от това дали атомът е в магнитно поле.

Налагал се изводът, че всеки електрон в атома трябва да има не три, а четири

квантови числа и, за да се обясни периодичната таблица на елементите, никои два електрона в атома, не трябва да имат еднакви четири квантови числа, т.е. не могат да заемат един и същ електронен слой. (Това е знаменитият принцип на Паули за забраната, наречен така от Пол Дирак.) По тази причина Боровият принцип за изграждане на електронните слоеве работи – става ясно защо в първия слой електроните са два, във втория – осем, в третия – осемнадесет и т.н. И по тази причина не може всички електрони в атома да паднат на най-ниското стационарно ниво.

Колкото и трудно да осмисляли принципа на забраната, физиците бързо установили неговото значение за обясняване на периодичната система на елементите, а оттам и на атомния строеж. Принципът на Паули позволява също така да се обясни защо металите са твърди и каква може да бъде съдбата на звездите. Откритието на Паули създава перспективи във физиката и променя нашето разбиране за космоса.

Четвъртото квантово число

Проблемът с осмислянето на принципа за забраната бил липсата на нагледен модел за четвъртото квантово число. Самият Паули, макар да отдавал заслуженото на Боровия модел на атома като подобие на слънчевата система, все пак настоявал Бор да се откаже от нагледните образи в теорията си, защото те са се оказали неверни и подвеждащи.

Тогавя Ралф Кроних, двадесетгодишен германски американец, забелязва нещо, което Паули е пропуснал. Четвъртото квантово число на електрона притежава математическите свойства на ъглов момент – това е моментът на тяло, движещо се по окръжност. Кроних допуска, че електронът притежава свой собствен ъглов момент и подобно на Земята се върти около своя собствена ос.

Но докато въртенето на Земята е променливо, въртенето на електрона винаги остава едно и също. Кроних приписва на електронния „спин“ стойност половина в единици за ъглов момент. За да обяснят спектралните линии, физиците винаги са допускали, че електронът се държи като малък магнит, който се ориентира в магнитно поле. Откритието на Паули и Кроних го променя във въртящ се магнит, който може да се ориентира в една от двете посоки по магнитното поле – в зависимост дали спинът му е плюс или минус половина. По такъв начин спинът се оказва отличително свойство на електрона. Спинът е вътрешно присъщо свойство на електрона – без да е от значение къде е разположен той, неговият спин е една втора.

Първоначално Паули отхвърля схващането на Кроних, че електронът може да се представи като въртящ се пумпал. Съображението му е, че точка върху повърхността на електрона би се движела със скоростта на светлината, което е невъзможно според теорията на относителността. Но девет месеца по-късно холандските физици Джордж Уленбек и Самюел Гаудсмит преоткриват спина и предупреждават, че спинът не би трябвало да се онагледява като електрон, въртящ се подобно на пумпал.

Паули останал дълбоко покрусен, задето е посъветвал Кроних да не публикува своята идея.

Интермецо – три против четири: алхимия, мистицизъм и залезът на съвременната наука

„Моята област на науката нещо започна да се спъва. Казано другояче, когато рационалните методи в науката стигнат до задънена улица, започват да се съживяват онези нейни клонове, които са били изтикани от съзнанието на своето време през 17 век и са потънали в забвение.“ **ВОЛФГАНГ ПАУЛИ**.

Още от студентските си години, а и по-рано, Паули се е интересувал не само от рационалния свят на физиката, но също от ролята на ирационалното. Арнолд Зомерфелд, неговият професор и наставник през целия му живот, бил възторжен почитател на пионера от 16 век на съвременната наука, Йоханес Кеплер. Науката, напомнял Зомерфелд на своите студенти, е възникнала от мистицизма и никога не се е откъсвала напълно от него. Освен своята чисто научна работа, Зомерфелд правел и кабалистични изследвания, основаващи се на чисти числа, и наричал Кеплер свой предшественик.

В действителност Зомерфелд виждал пряка връзка между развитието на съвременната наука и хармонията, която Кеплер търсел. Пишейки за своите собствени изследвания върху спектралните линии – „пръстовите отпечатъци“ на атомите, той казва: „Онова, което днес слушаме от езика на спектрите, е истинска музика на сферите вътре в атомите, акорди на интегрални взаимовръзки, ред и хармония, които стават даже по-съвършени въпреки многообразната изменчивост“.

Паули също търси връзки между своята работа и тези древни езотерични системи за разбиране на вселената. Много години по-късно той ще напише на Зомерфелд, че най-после е успял да приложи принципа на забраната, за да установи по каква причина електронните слоеве се запълват в редицата 2, 8 18, 32 – групиране, което Зомерфелд нарича „до някаква степен кабалистично“. През 1923 г., когато Зомерфелд пише това, никой не е бил способен да посочи причина, поради която електронните слоеве трябва да се запълват по този, а не по друг начин. Фактически не е имало никаква здрава основа за почти всички правила на атомната физика. „Някои от правилата непреодолимо напомнят учението на алхимиците или Фаустовата ‘кухня на на магьосниците’“ – писал един физик. Съчиненията на тази тема са почти



Фиг. 1.3. Зомерфелд (вляво) и Паули в Женева, октомври 1934 г.

толкова мистериозни, колкото е Кабалата – еврейската книга на мистицизма, според която числата могат да ни дадат вникване в света отвъд нашите възприятия – точно както ни обещава Боровата атомна теория.

В поздравителния си адрес по случай 80-годишнината на Зомерфелд Паули писал: „Аз не бих се поколебал като заглавие на събраните трудове на Зомерфелд да поставя названието на Кеплеровия *magnus opus* – *Harmonices Mundi* (Хармония на света).

Вдъхновен от Зомерфелд, Паули се увлича от Кеплер и много вероятно е да е изчел трудовете му в латинския оригинал.

Но какво у Кеплер е привлякло така силно интереса на Паули?

Много вероятно е да е прочел Допълнение V към *Хармония на света*, в което се говори за Робърт Флът, с когото Кеплер е имал дългогодишен спор. Кеплер държел на числото три като ключово число, което трябва да обясни същината на света. Флът, обратно, твърдял, че това е числото четири. „Аз самият съм не само Кеплер, но и Флът“ – ще напише Паули много години по-късно. Защото той вече се е натъквал на тази трудност. „Преди време (в Хамбург) в моя път към принципа на забраната трябваше да преодолеем точно същия труден преход от 3 към 4, а именно необходимостта да се припише на електрона една четвърта степен на свобода (скоро след това обяснена като „спин“) отвъд трите трансляции... Това беше наистина *основният труд*.“ Бор и Хайзенберг твърдо настоявали, че за електрона може да има само три квантови числа. Но Паули, почти против самия себе си, е убеден, че те трябва да са четири.

Няколко години по-късно той отново се натъква на същите числа в психологията на Карл Юнг, основаваща се на алхимията. „Поради това аз съм все повече уверен, че *обективно* съществува важен психологически, а вероятно и природонаучен проблем, свързан с тези числа.“

Изследването на Паули върху Кеплер и Флът, публикувано през 1952 г. под заглавието „Влиянието на архетипните идеи върху научните идеи на Кеплер“⁽²⁾, е определящ труд върху двамата и заедно с това показателно за творческата способност на Паули като историк на науката. Неговата цел, пише той, е не толкова да изтъква факти, колкото да проучи „произхода и развитието на идеите и теориите.“ Учени като Айнщайн и Поанкаре дебело подчертават значението на интуицията в творческото мислене. Логиката сама по себе си не може да доведе до откритието на научни теории, казват те. Но никой от тях не е предложил начин да се прехвърли мост над празнината между интуицията и изискваните от една научна теория строги понятия.

Вдъхновеният подход на Паули е да се взре в практиката на науката от Средните

Векове, когато алхимията, астрологията, митовете, Кабалата и магическата символика са приети като стил на мислене. Това е било време на огромни промени, когато мислителите са се осмелявали да се усъмнят в авторитета на черквата при разгадаването на природата, а самият процес на обучение става секуларен. Докато книжовниците спорят какви въпроси трябва да се задават за света около нас, светли умове разработват фундаменталните методи на науката. Постепенно се развива силно рационална,

логическа наука, която изтласква по-иррационалните, мистичните елементи на заден план, където те вероятно остават в несъзнаваното на съвременните учени.

Кеплер е уверен, че в света съществува ред и хармония и се бори да намери средства за неговото разгадаване. Търси в него подходящото място за Бог. Изследванията му непрестанно го извеждат до очакваните симетрии и хармонии, но в крайна сметка се получава свят без Бог. Междувременно Робърт Флъд остава твърдо окопан в Средновековието и в резултат двамата е трябвало да се сблъскат. Това бил сблъсък между два противоположни интелектуални свята – сблъсък, който карал всеки един от тях да създаде едностранно и непълно разбиране за природата. Силите на мистицизма по това време все още са доминирали, докато науката е била в детски стадий и представлявала само лъч светлина.

„Геометрията е архетипът на красотата на света“

Кеплер вярвал в реалност отвъд видимото. За него тримерната сфера е най-красивият образ, защото тя символизира Светата Троица, Триединния Бог, с Бог Отец в средата, Синът – по обиколката и Светият Дух излъчван от центъра, подобно на радиус. Това създава неизменно съотношение между обиколката, радиуса и центъра. Той казва: „Макар Центърът, Повърхността и Разстоянието да са очевидно Три, те все пак са Едно“. Кривата повърхност на сферата без начало и без край представя вечното Битие на Бог.

Вселената със Слънцето в центъра и планетите, въртящи се около него в тримерното пространство, е идеалната сфера и затова представлява самия образ на Светата Троица. Кеплер вижда в нея триумф на геометрията – дисциплината, която според него стои най-високо от всички науки. Паули цитира Кеплер:

„Следите от геометрията са изразени в света, така че геометрията е един вид архетип на света“.

„Геометричните, т.е. количествените, фигури са рационални същности. Разумът е вечен. Следователно геометричните фигури са вечни; и в Разума на Бог вечно е било вярно, че например квадратът на страната на квадрат е равен на половината от квадрата на диагонала. Следователно величините са архетипа на света.“

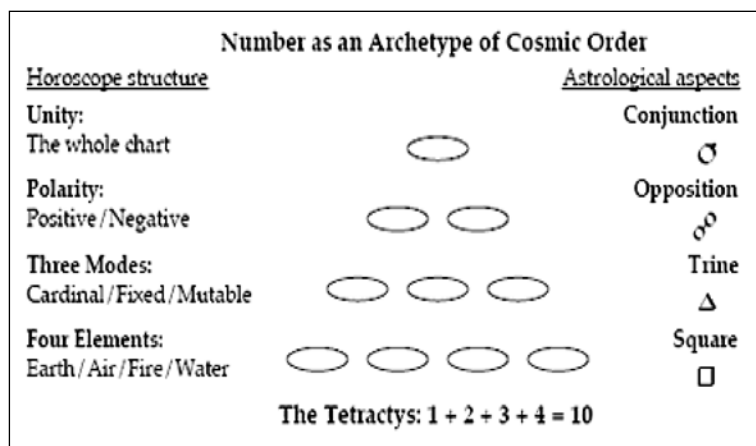
„Разумът на Бог, чието копие тук [на Земята] е човешкият разум, запазва от своя архетип отпечатъка на геометричните данни от самото начало на човечеството.“

Пишейки през 1952 г., много години след като е започнал сътрудничеството си с Юнг, Паули не е можел да не забележи честото повтаряне на думата „архетип“. Кеплер вярва, че аксиомите на геометрията са запечатани в нашите умове от раждането на Великия Геометър. „Геометрията е архетипът на красотата на света,“ пише той.

Питагор – апостолът на четвъртицата

Мисленето на Кеплер е повлияно от философа Прокл (5 в. пр.н.е.), който вярва, че математиката, а по-точно нейният раздел за целите числа, държи ключа към разбирането на природата на Бог, на душата, на реда и красотата на космоса. Паули проследява източника на Кеплеровото мислене до гръцкия учен и свещеник Питагор

(ок. 5 в. пр.н.е.), според когото законите на хармонията се определят от числа. Така Питагор стига до поразителния извод, че числата 1, 2, 3 и 4 представят всички обекти: 1 – точката, 2 – линията, 3 – триъгълника и 4 – тетраедъра. Представени като точки, наредени на четири редици, тези числа образуват равноностранен триъгълник, известен като *тетрактис*.



Фиг. 1.4. Тетрактисът на Питагор

Сумата на числата, съставляващи тетрактиса, е десет, което Питагор смята за съвършено число (след като сме преброили до десет, ние се връщаме към единицата – числото на творението).

Кабала

Кабалата е възприета по Кеплерово време с ентузиазъм като антидот на раци-

оналния подход на гръцката философия. В Кабалата се обсъжда сблъсъкът между противоположностите като светлина и тъмнина, от който сблъсък възниква познатият ни свят. В края на 15 в. Кабалата е възприета от християнската теология, в която се набляга на Троицата. На Бог са приписвани различни числа, разкриващи неговата мощ и мистерия. Затова Кабалата се отъждествява с магия и с нумерология. А когато Кеплер създава своя модел на вселената (*Mysterium Cosmographicum*, 1596), той е убеден, че е открил Божия геометричен план на космоса.

Роберт Флъд – вселена, изградена върху четворки

През 1617 г. в ръцете на Кеплер попада богато илюстрирана книга „Метафизична, физична и технична история на макро– и микро-космоса“ от английския лекар и розенкройцерианец Робърт Флъд. И Кеплер, и Флъд са на едно мнение, че съществува невидима област на качества и сили, както и на природни хармонии. Но докато светът на Флъд е съставен от астрални сили и невидимо духовно просветление, този на Кеплер е съставен от невидими магнетични сили, архетипни образи и скрити астрологични значения. В книгата си *Harmonices* Кеплер го подлага на унищожителна критика, като пише: „Методът на Флъд е този на алхимиците, херметиците³⁾ и парацелзианците⁴⁾; моят има за цел математиката“.

Три или четири?

Според Паули Кеплер и Флъд са противоположности. Отначало той застава на страната на Кеплер, но по-късно осъзнава, че светогледът на Флъд включва науката, музиката, религията и разума. За Флъд четворката е „вечният извор на природата“. За

Кеплер свършеното число е тройката. „Попаднах на Кеплер като тринитрианец и на Флѐд като кватернианец, както и на тяхната полемика, която породила у мен вътрешен конфликт. Аз притежавам чертите и на двамата“ – пише Паули.

Подобно на Кеплер, Паули се концентрира върху труда си, страда заради проблемите, които не може да реши, изолиран е от света на обикновените хора. През 1924 г., когато открива принципа на забраната, той може би подобно на Кеплер усеща, че се е натъкнал на нещо, което отива отвъд науката. Преминаването от три към четири квантови числа е било решаваща крачка. То означавало пълен разрыв с иконоборската образност на Боровия атом като миниатюрна слънчева система. Това е стъпка навътре в неизвестното, в свят без никакви визуални образи. Възможно е Паули да си е спомнил любимите на Бор стихове от Фридрих Шилер:

*Само пълнотата ражда красота,
Но истината тъне в пропастта.*

Всички се съгласяват с Паули, че трябва да има четири, а не три квантови числа. Неговият принцип на забраната е показал, че в атома не може да има двойка електрони с едни и същи четири квантови числа. Освен това колегите му можели да се досещат, че този принцип трябва да има много важни следствия. Но още никой не можел да каже какви са те.

Тъмните ловни полета на разума

Юнг използваше малката стая за анализ на пациенти, чиито проблеми не го интересуваха особено много. За онези, които възбуждаха интереса му, използваше библиотеката. Там имаше под ръка алхимичните си книги, а в допълнение големият размер на кабинета му даваше онова ментално пространство, което той наричаше преживяване извън телесната обвивка. В такива случаи той би отишъл да седне на перваза на прозореца и „можех да наблюдавам сам себе си, как действам, докато установя какво от несъзнаваното ме е притегловило, за да се справя с него“.

Именно в библиотеката, седящ на креслото до масата, отрупана с книги и ръкописи, той чака да се появи новият му пациент.

Четири години по-късно Юнг описва човека, който го посещава този ден. Паули се намира в ужасно тежко състояние на душевно разпадане.

„Това е високообразован мъж с извънредно развит интелект, който, разбира се, е източникът на неговия проблем; той е прекалено едностранчив интелект. Притежава забележителен ум и е известен с него. Това е необикновен човек. Причината



Фиг. 1.5. Юнг през 1930 г.

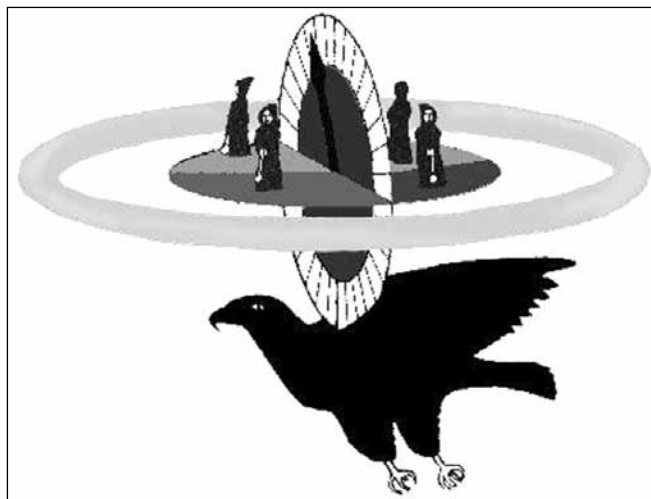
да се консултира с мен е тоталното му душевно разпадане, причинено тъкмо от тази едностранчивост. Често пъти такива интелектуални хора не обръщат никакво внимание на своя емоционален статус, губят контакт със света на чувствата и живеят само в свят на мислите. Напълно е загубил себе си в отношенията си с околните и със самия себе си. Накрая започва да пие и подобни глупости, уплашва се от самия себе си, не може да разбере как е станало това, губи способността си за адаптация и непрестанно попада в някакви беди. Това е причината да ме потърси за консултация.“

През ноември 1932 г. Паули отново е при Юнг. Започват редовни сесии, всеки по-неделник следобед, за около час. Паули е записал над 350 свои сънища. „Те съдържат великолепна серия от архетипни образи“ – казва Юнг в своя лекция. Юнг често говори за сънищата на „голям учен, много известен млад човек“, но по настояване на Паули никога не споменава името му.

От близо 400 сънища Юнг прави подробен анализ на 59. Те са образец за процес, който Юнг нарича индивидуация. Това е специфичен термин на Юнг за процес, при който се развива индивидуална личност, процес, при който пациентът постига баланс между съзнаваното и несъзнаваното. Белег за това е, че пациентът започва да сънува за мандали – особен вид диаграми, обикновено основани върху кръг или квадрат, и четири симетрично разположени обекта.

По теорията на Юнг сънищата възникват от несъзнаваното и затова дават възможност да се разбере как то функционира. Сънищата се възбуждат, когато равнището на съзнаваното потъва под несъзнаваното – ситуация, която най-често възниква по време на сън. Когато се събуждаме, нивото на съзнаваното се издига и светът на несъзнаваното изчезва. Но сънища могат да се появят и когато сме будни. Юнг нарича такива будни сънища „видения“. Сънищата и виденията, пише той, са двата ключа към несъзнаваното.

Когато насън се появяват архетипни символи, най-често мандали, това вероятно е



Фиг. 1.6. „Световният часовник“ на Паули

сигнал, че безредното допреди съзнавано е станало подредено. Това, че Паули сънува и после рисува мандали, е ясен сигнал за растящ баланс между съзнаваното и несъзнаваното.

В резултат на лечението при Юнг Паули става по-толерантен и по-малко сприхав, по-малко свръхкритичен, макар че все още почти винаги е с чаша вино или мартини в ръка. Според неговите приятели алкохолът му е помагал да се справя с измъчващите го през целия му живот пристъпи на депресия.

След като е спрял сесиите си при Юнг, в писмо до бившия си ментор Борн, където го обсипва с критични бележки за негова статия, Паули добавя: „Сигурно си спомняш старото време, когато няхах навика да подслаждам критичните си бележки с толкова много захар“.

Както пише Юнг, „Според една консервативна оценка една трета от моите случаи действително бяха излекувани, една трета значително се подобриха, а една трета не бяха съществено повлияни“. Паули попадал в средната категория.

Сънища за Кеплер и Флѐд

През 1946 г. Паули вижда сън, който свързва с Кеплер. Анализирайки този сън, Паули стига до извода, че съвременната наука произволно изключва душевността (anima) и се опитва да механизира света, като го вижда в тримерно пространство. Той разпознава Кеплер и Флѐд като противоположни психологически типове – Кеплер е мислещият тип, а Флѐд – чувстващият. Така познаването на Юнговата психология разкрива пред него ограниченостите на съвременната наука.

Кеплер, разсъждава Паули, вижда душевността „почти като подлежаща на математическо описание система от резонатори“. Флѐд, обратно, се фокусира върху четворката и рисува образите. Той решава да вникне по-дълбоко в Кеплер и неговата работа. Обръща се към Юнг, който му дава алхимична литература. Маркус Фирц, който е изучавал Нютон, му посочва, че неговите схващания за пространство и време са проникнати от религия – за Нютон пространството и времето са свързани с Бог.

Паули иска да намери онзи момент, в който мистицизмът и алхимията се сблъскват с новото рационално научно мислене. Той подозира, че този сблъсък „продължава на по-високо ниво в несъзнаваното на съвременния човек

В началото на 1948 г. Паули изнася две лекции върху Кеплер и Флѐд в Клуба по психология в Цюрих. Юнг е сред публиката. В лекциите си Паули обсъжда взаимовръзката между сетивните възприятия и абстрактното мислене, необходимо за да разбираме света около нас. Как ние произвеждаме знания от сетивните впечатления, които ни бомбардират? Усещанията проникват в нашите умове и се появява знание. Но какво става в промеждутъка между тях?

Бихме могли да твърдим, че в нашите умове няма нищо, с чиято помощ да организираме постъпващите сетивни възприятия и затова се спъваме на въпроса за придобиване на знание чрез опит. Тогава как от резултатите на нашите неточни измервания стигаме до точната наука, каквато е математиката? Алтернативата е да приемем, че сме се родили с определени организиращи принципи, които вече съществуват в нашите умове. Паули твърди, че именно архетипите са онези, които функционират „като отдавна търсения мост между сетивните възприятия и идеите и съответно представляват необходими предпоставки за еволюиране до научна теория на природата“. Те, с други думи, са катализатори на творчеството.

Месец след втората лекция на Паули в Цюрих е открит институт на името на К.Г.Юнг. Той е замислен като база за мултидисциплинарен подход към изучаването на несъзнаваното, което би изисквало да се създаде връзка между психологията и физиката.

В речта си на церемонията по откриването Юнг с особено удоволствие насочва вниманието към работата на Паули в изследването на този проблем „от позицията на формирането на научните теории и техните архетипни основи“.

Паули, разбира се, присъства и още веднъж се проявява разрушителният му ефект върху материални обекти. Този път не върху научна апаратура, а върху ваза, която се преобръща и пролива вода наоколо. Паули е развеселен от тази демонстрация на „ефекта на Паули“. Вдъхновен от лекцията на Юнг относно значението на създаването на връзка между психологията и физиката, той написва есето, озаглавено „Съвременни примери за ‘Фонова физика’“. ⁵⁾

Сънища за физиката

От около 1935 г. Паули от време на време имал сънища и илюзии, в които „се появяват термини и понятия от физиката в количествен и фигуративен, т.е. символичен, смисъл“. Той нарича това „Фонова физика“. Отначало не им обръща внимание и не желае да ги обсъжда с психолози заради присъстващата физическа терминология. Той обаче е удивен от сходството на символите в тези сънища с образите, на които се натъквал в съчиненията от 17 век, като тези на Кеплер, писани във времена, когато „научните термини и понятия все още са били относително неразвити“.

Вглеждайки се в това, той открива, че хора, които нищо не са знаели за науката, често са създавали подобни образи. Оттук той заключава, че сънищата му в крайна сметка не са безсмислени или произволни. Това изглеждало като един вид доказателство, че „’Фоновата физика’ е от архетипна природа“. Тъй като физиката и психологията са комплементарни, той е уверен, че съществува „еднакво валиден път, който трябва да въведе психолога ‘през задната врата’ (а именно посредством изучаването на архетипите) в света на физиката“. С други думи наличието на тези символи дава, както изглежда, твърдо доказателство, че символите на атомната физика произтичат от архетипи.

Паули привежда като пример за фонова физика „един сюжет, който редовно се появява в моите сънища“ – фината структура на спектралните линии. Онова, което той търси, е по-дълбокият смисъл на тези сънища, тяхното „второ значение“ отвъд чистата физика. За да разбере това, той трябва да намери „*неутрален език*“, разбираем както за психолозите, така и за физиците, на който език да преведе идеята за спектрални линии. Той е особено заинтригуван от своите сънища за дублетите, където фината структура се проявява като две спектрални линии. Свързва я с нашия опит на разделяне в две компоненти в момента на раждането, когато, подобно на дублетното разцепване, новороденото дете придобива независимо съществуване. Свързано е също така с дублирането в едно психическо усещане, при което „новото съзнавано съдържание представлява огледален образ на несъзнаваното“ – съзнаваното като огледало на несъзнаваното.

През 1953 г. Паули имал един особено запомнящ се сън относно спектрални линии. В него той и съпругата му Франка наблюдават експеримент, чиито резултати предствляват спектрални линии върху фотографска плака. Една от линиите имала

фина структура. Той описва това по следния начин: сънят „съдържа *благоприятна* индикация, а именно фината структура на втората линия“. Неговата интерпретация е следната: „Това показва, че е започнала асимилация на несъзнаваното съдържание от съзнаваното“. И добавя, че „в съня моята жена казва колко интересно ѝ се вижда това“. С други думи сънят според него означава, че неговото несъзнавано се проявява в съзнаваното. Вероятно той подразбира, че със своята интерпретация на съня си той е развил някои характеристики на психологичните типове на Франка. За разлика от него Франка излиза навън и е в досег с външния свят.

Паули забелязва, че дублетите са като редуващи се тъмни и светли ивици на оса (от която много се плашел) и на тигър. Той знае, че това е архетип. Виждал е това в Западноевропейската алхимия, а също в Индия, където така са декорирани индийските храмове, които посетил в началото на годината заедно с Франка. Това бил израз на две противоположни сили – светло и тъмно в безкрайно повторение. В термините на психологията това символизира тенденцията на една психическа ситуация да се повтаря.

Това противопоставяне на светлото и тъмното по-нататък е изяснено от представата на Бор за допълнителността, според която квантовите явления могат да се схващат в термините на противопоставянето между допълващи се двойки, каквито са вълна и частица. Бор бил уверен, че допълнителността е валидна отвъд физиката и е фундаментална за всичко живо, където допълващите се двойки на живот/смърт, любов/омраза и ин/ян играят ключова роля. Всичко това, казва Паули, „сочи, както изглежда, някакво по-дълбоко архетипно съответствие на комплементарни двойки от противоположности“. И то се символизира от разцепването на спектралните линии на две – разцепване, което се определя от 137. Това засилва неговото убеждение, че 137 е архетипно число.

Бележки на преводача

1) Розенкройцерски орден – езотерична организация, основана през 17 век от германския алхимик Кристиан Розенкойц.

2) Вж. руското издание: В.Паули, *Физические очерки*, „Наука“, Москва, 1975, където е поместена статията „Влияние архетипических представлений на формирование естественно-научных теорий у Кеплера“ (немският оригинал излиза през 1952 г.).

3) Херметизъм – религиозно-философска школа от античната древност (на името на бог Хермес). Обхваща философия, религия, астрология, алхимия и магия.

4) Парацелз (1493-1541) – австрийски философ, естествоизпитател и лекар. Развива теософски натурализъм с елементи от питагорейството и херметизма.

5) Паули написал есето (от около 20 с.) през юни 1948 г., но не го е публикувал. Затова то излиза под заглавието „Непубликувано есе“ в сборника „АТОМ И АРХЕТИП – писмата на Паули/Юнг, 1932 – 1958“ (на немски език), Springer-Verlag, Berlin, 1992.

(Arthur I. Miller. **Jung, Pauli and the Pursuit of a Scientific Obsession.**
W.W. Norton & Co., Inc., New York, London. 2009)

Подбор и превод: М. Бушев

ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПОСТЪПВАЩИТЕ МАТЕРИАЛИ

Изпращането на статиите до редакцията става на адрес: worldofphysics@abv.bg с прикачени файлове. Получаването на файловете се потвърждава с обратен и-мейл. При условие че не сте получили потвърждение до 10 дни, съществува възможността Вашата статия да не е получена и следва да изпратите файловете отново.

Редакционната колегия може да откаже да публикува или да върне за неизбежни корекции статиите, които по преценка на представящия редактор или главния редактор не отговарят на основните изисквания за научност, оригиналност и стил на изложението.

Материали, които вече са публикувани някъде или са под печат в друго списание, няма да бъдат публикувани.

Публикуването на представените материали се определя от препоръките на рецензентите.

Редакторите могат да редактират ръкописите, когато това е необходимо.

Публикуването в това списание е безплатно за авторите.

УКАЗАНИЯ КЪМ АВТОРИТЕ

Статиите да не надхвърлят 10–15 страници (респективно снимки, фигури).

За текста и таблиците може да се използва Word или Writer.

1. Текстът да няма специално оформление (освен **болдове**, **курсиви** и **главни букви**):

– да е **без колони**, да няма **нищо в табличен вид** (освен ако не става въпрос за таблици);

– да няма табулации за нов ред;

– разделянето примерно на формула и след нея номер да става с табулация, а не с многобройни интервали;

– изобщо да не се използват интервалите като средство за някакво оформление.

2. Задължително целият текст да е **редактиран и веднъж коригиран** с нанесени корекции във файла (което означава внимателно прочетен, в резултат на което да няма печатни и правописни грешки).

3. **Бележките под линия** да не са оформени като footnote, а да са накрая на съответния материал.

4. **Фигурите** да са на отделен файл с отбелязано място в самия файл за местоположението им. Ако са сваляни от интернет, да бъдат с голям размер. Снимките и фигурите да са в Grayscale, резолюцията им да е поне 250 пиксела.

5. **За отстъп** при нов ред да се използва First line Indent, а не табулация. Отстъпът да е 1 см.

6. **Заглавието** на статията да е преведено на английски.

7. Материалът да е придружен с **информация за автора** (на отделен файл) – име, длъжност, месторабота, академично звание, научна степен, контакти.

8. **Използваната литература** трябва да съдържа литературни източници, които са достъпни за проверка.

**ИЗДАВАНЕТО НА НАСТОЯЩИЯ БРОЙ ОТ СПИСАНИЕТО
Е С ФИНАНСОВАТА ПОДКРЕПА НА
ФОНД „НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ“
ПРИ МИНИСТЕРСТВОТО НА ОБРАЗОВАНИЕТО,
МЛАДЕЖТА И НАУКАТА**

Нашиите автори:

И. Тодоров – академик, ИЯИЯЕ, БАН

Никола Балабанов – проф. дфн, ПУ „Паисий Хилендарски”

Игор Станиславович Веселовский – доктор на физико-математическите науки, професор, главен научен сътрудник в Научно-изследователския институт по ядрена физика при Московския държавен университет и старши научен сътрудник в Института за космически изследвания при Руската академия на науките.

Я. Г. Синай – професор в математичния отдел на Университета Принстън.

Лауренс Бадаш – почетен професор по история на науката в департамента по история на Калифорнийския университет, Санта Барбара

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 1'2014

СЪДЪРЖАНИЕ

НАУКАТА

- И. Тодоров – Айнщайн и Хилберт: създаването на общата теория на относителността
- И. Веселовский – Тайните на слънчевия вятър
- И. Кирякова, Ю. Генова – Методи за формиране на липидни везикули

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- Н. Балабанов – Физиката и интелектуалният климат на епохите. Проблемите днес
- Я. Синай – Математици и физици = кучета и котки?
- В. Успенски, М. Гелфанд – В.А. Успенски: „Математиката е хуманитарна наука“
- О. Йорданов – Scientix, общност за научно образование в Европа

ИСТОРИЯ

- Л. Бадаш – Мария Кюри: в лабораторията и на бойното поле
- В. Борисов – Джорж Кистяковски: в Харвард, Лос Аламос и Белия дом
- Н. Балабанов – Забележителни годишнини през 2014 година

КНИГОПИС

- Н. Ахабабян – Иконата „Мария Кюри“ или живата madame Мария Саломея Склодовска-Кюри

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

- 2014 г. – Година на Галилей

PERSONALIA

- К. Коленцов – Роберт Попиц навърши 80 години
- В. Герджиков, Г. Граховски – Научна сесия, посветена на проф. Сава Манов (1943-2005)

IN MEMORIAM

- проф. дфн Наталия Борисова Янева (1937-2013)
- доц. д-р Пенка Петкова Кирчева (1934-2014)

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

- А. Милър – „137: Юнг, Паули и гонитбата подир една научна идея фикс“

THE WORLD OF PHYSICS 1'2014

CONTENTS

THE SCIENCE

- I. Todorov – Einstein and Hilbert: The creation of general relativity 1
- I. Veselovsky – The Secrets of Solar Wind 15
- I. Kiryakova, J. Genova – Methods for the formation of lipid vesicles 30

SCIENCE AND SOCIETY

- N. Balabanov – Physics and the intellectual climate of epochs 39
- J. Sinai – Mathematicians and Physicists = dogs and cats 46
- V. Uspenski, M. Gelfand – Mathematics is a humanitarian science 49
- O. Yordanov – Scientix, science education in the European community 63

HISTORY

- L. Badash – Marie Curie: In the Laboratory and on the Battlefield 66
- V. Borisov – G. Kistiakowsky: in Harvard, Los Alamos and the White House 78
- N. Balabanov – Remarkable anniversaries in 2014 87

BIBLIOGRAPHY

- N. Ahababian – The icon “Marie Curie” or the living Madame Maria Salomeya Sklodovska-Curie 89

UNION LIFE

- The administrative council of UPB decided 2014 to be declared the year of Galileo 95

PERSONALIA

- K. Kolentzov – Congratulations to R. Popitz for his 80-th anniversary 96
- V. Gerdjikov and G. Grahovski – A session dedicated to the memory of prof. S. Manov (1943-2005) 98

IN MEMORIAM

- Prof. DcS. N. Yaneva (1937-2013) 101
- As. prof. P. Kircheva (1934-2014) 102

SERIAL

- A. Miller – 137: Jung, Pauli and the Pursuit of a Scientific Obsession 104

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

том XXXVII, кн. 1, 2014 г.

Издание на Съюза на физиците в България

<http://old.inrne.bas.bg/wop/>

(със спомоществателството на Българска академия на науките)

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Нъшан Ахабабян <nashan.ahababian@gmail.com>

ЗАМЕСТНИК ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Михаил Бушев <m_bushev@abv.bg>

Олег Йорданов <oleg.yordanov@gmail.com>

ОТГОВОРЕН СЕКРЕТАР

Милен Замфиров <worldofphysics@abv.bg>

ЧЛЕНОВЕ

Валери Голев <valgol@phys.uni-sofia.bg>

Георги Граховски <grah@inrne.bas.bg>

Людмил Вацкичев <Lyuvats@phys.uni-sofia.bg>

Никола Балабанов <balabanov_n@abv.bg>

Светослав Рашев <rashev@issp.bas.bg>

Ганка Камишева <gkamish@issp.bas.bg>

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАР

Снежана Йорданова <upb@phys.uni-sofia.bg>

ВОДЕЩ БРОЯ: Н. Балабанов

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Nashan Ahababjan

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Michael Bushev

Oleg Yordanov

EXECUTIVE SECRETARY

Milen Zamfirov

MEMBERS

Valeri Golev

Georgi Grahovski

Liudmil Vatzkitchev

Nicola Balabanov

Svetoslav Rashev

Ganka Kamisheva

TECHNICAL SECRETARY

Snejana Iordanova

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

1164 София,

Бул. Джеймс Баучер № 5

☎ 862 76 60

e-mail: worldofphysics@abv.bg

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,

1164 Sofia

ПРЕДПЕЧАТНА ПОДГОТОВКА: Д. Денчева

Дадена за печат на 7 март 2014 г.

ПЕЧАТНИЦА „ГИТАВА“ — СПОНСОР НА „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“

бул. Цариградско шосе 72

ISSN: 0861-4210