

## ГРЕШКИТЕ НА АЙНЩАЙН

Стивън Уайнбърг

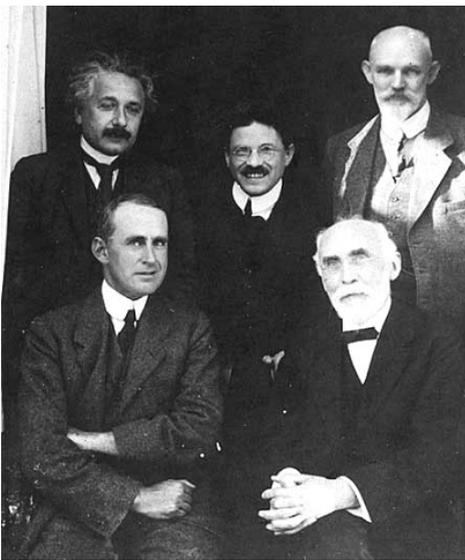
*Науката се различава от останалите пътища към истината с признанието, че даже нейните най-велики представители понякога грешат.*

Айнщайн беше несъмнено най-великият физик на 20 в. и един от най-великите учени на всички времена. Може да изглежда самонадеяно да се говори за грешки на такава извисяваща се личност и особено в столетието на неговата annus mirabilis. Но грешките, направени от водещи учени, често дават по-ясна представа за духа и предубежденията на тяхното време, отколкото можем да получим от техните успехи<sup>1</sup>. От друга страна за онези от нас, които сме дали своя принос към научните грешки, до известна степен може да служи като утешение мисълта, че даже Айнщайн е правил грешки. Но може би най-важно е, че като показваме познаване на грешките, направени от даже най-великите учени, ние даваме добър пример на онези, които следват други предполагаеми пътища на истината. Ние признаваме, че нашите най-значителни научни предшественици не са били пророци, чиито писания трябва да бъдат изучавани като непогрешими пътеводители – те просто са били велики хора, които са подготвили почвата за по-добрите знания, които сега сме постигнали.

### Космологичната константа

Говорейки за грешките на Айнщайн, човек неминуемо си спомня онова, което Айнщайн (в разговор с Джордж Гамов<sup>2</sup>) нарича най-голямата грешка в своя живот: въвеждането на космологичната константа. След като завършва построяването на своята теория на пространството, времето и гравитацията, т.е. общата теория на относителността, Айнщайн се насочва през 1917 към разглеждане на пространствено-времевата структура на цялата Вселена. Тогава се натъква на трудност. Той приемал, че при подходящо осредняване по много звезди Вселената е еднородна и по същество е статична; но уравненията на общата относителност като че ли не допусkali независещо от времето решение за Вселена с еднородно разпределение на материята. Тогава Айнщайн видоизменя уравненията, като включва нов член, съдържащ величина, която той нарича космологична константа. Тогава обаче се установява, че Вселената не е статична, а разширяваща се. Това кара Айнщайн да съжалява, че ненужно е развалил първоначалната си теория. Възможно е да е бил разстроен и от това, че е пропуснал да предскаже разширението на Вселената.

Тази история включва плетеница от грешки, но не онази, която Айнщайн е смятал, че е направил. Преди всичко аз не смятам, че предположението за статичност на Вселената може да се припише като вина на Айнщайн. С много редки изключения повечето теоретици приемат света такъв, какъвто им го представят наблюдателите. Относително ниските наблюдавани скорости на звездите са правели през 1917 г. почти непреодолимо предположението, че Вселената е статична. Затова, когато през 1917 г. Вилем де Ситер предлага алтернативно решение на Айнщайновите уравнения, той се погрижва да използва координати, за които метричният тензор не зависи от времето. Обаче физическият смисъл на тези координати не е прозрачен и фактът, че алтернативната космология на Де Ситер не е статична, т.е. че частиците на веществото в този модел ще се раздалечат ускорително една от друга, се тълкува като недостатък на теорията.



*Фиг. 1. Алберт Айнщайн (отзад вляво) заедно с Де Ситер (отзад вдясно), Артър Едингтън (отпред вляво), Хендрик Лоренц (отпред вдясно) и Паул Еренфест (в центъра) в Лайденската обсерватория през септември 1923.*

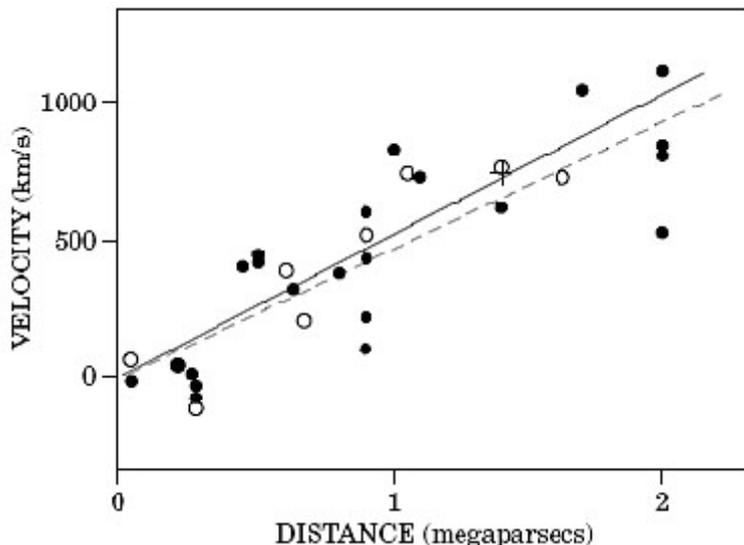
през 1923 г. тълкува червените отмествания на Слайфър като следствие от разширяването на Вселената в модела на Де Ситер. (Тези двама учени са показани на снимката, Фиг. 1). При все това разширението на Вселената става общоприето едва след като Хъбъл съобщава през 1929, а фактически показва през 1931, че червените отмествания на далечните галактики растат

Вярно е, че при наблюдения върху спектрите на спирални мъглявини през 1910 Весто Мелвин Слайфър установява изобилие на червени отмествания – такива, каквито биха възникнали при Доплеровия ефект на разширение, – но тогава никой не е знаел какво представляват спиралните мъглявини; едва когато през 1923 Едуин Хъбъл открива бледи променливи Цефеиди в мъглявината Андромеда, става ясно, че спиралните мъглявини са далечни галактики, звездни купове далеч извън нашата собствена галактика. Не знам дали до 1917 Айнщайн е чул за червените отмествания, наблюдавани от Слайфър, но във всеки случай той е знаел много добре поне за едно друго нещо, което е можело да създаде червено отместване на спектрални линии – гравитационното поле. Тук трябва да признаем, че Артър Едингтън, който научава за общата теория на относителността през Първата световна война от Де Ситер,

пропорционално на тяхното разстояние – така както би трябвало да се очаква за равномерно разширение (виж Фиг. 2). Едва тогава е обърнато повече внимание на въведените през 1922 от Александър Фридман модели на разширяваща се Вселена, в които не е необходима никаква космологична константа. Но през 1917 предположението на Айнщайн за статичност на Вселената е било напълно смислено.

Айнщайн действително допуска изненадващо тривиална грешка при въвеждането на космологичната константа. Макар че тази стъпка прави възможно независимо от времето решение на Айнщайновите уравнения на полето, полученото решение описва състояние на неустойчиво равновесие. Космологичната константа действа като отблъскваща сила, която се увеличава с разстоянието, докато обикновената привличаща сила на гравитацията намалява с разстоянието. Въпреки че съществува критична плътност на масата, при която отблъскващата сила точно уравновесява привличащата гравитационна сила, това равновесие е неустойчиво; едно съвсем малко разширение ще увеличи силата на отблъскване и ще намали силата на привличане, така че разширението ще се ускорява. Трудно е да разберем как Айнщайн е можал да пропусне тази елементарна логика.

Първоначално Айнщайн е смутен също така от една идея, която той възприема от философа Ернст Мах, според която явлението инерция е причинено от далечни маси. За да запази крайна стойността на инерцията, през 1917 Айнщайн прави предположението, че Вселената трябва да е крайна, т.е. до-



**Фиг. 2.** Скоростите на разбягване на близките галактики се менят линейно с разстоянието, както е показано от Едуин Хъбъл през 1929 г. Запълнените кръгчета и плътната линия описват отделни галактики, а празните кръгчета и шрихованата линия съответстват на групи галактики; кръстчето представя средната скорост и разстояние за група от 22 галактики, чиито разстояния не са отделно оценени.

Забележете, че наклонът на графиката е около  $500 \text{ (km/s)/Mpc}$ , т.е. 7 пъти повече от днес приетата стойност (1 парсек е 3.26 светлинни години).

пуска, че нейната пространствена геометрия е тази на тримерна сферична повърхност. Поради това той бива изненадан, когато при въвеждането на пробни частици в празната вселена на модела на Де Ситер, последните се оказват с всичките познати свойства на инерцията. В общата относителност масите на далечните тела не са причина за инерция, макар че те оказват влияние върху избора на инерциални отправни системи. Но тази грешка е безобидна. Както Айнщайн показва в своята статия от 1917, космологичната константа става необходима поради предположението, че Вселената е статична, а не поради предположението за нейната крайност.

**Естетична мотивация за простотата.** В своята антипатия към космологичната константа Айнщайн прави нещо, което от гледна точка на съвременната теоретична физика е по-сериозна грешка. Когато построява общата теория на относителността, той се опира не само върху един прост физически принцип, а именно принципа за еквивалентността на гравитацията и инерцията, който той развива през периода между 1907 – 1911, но също прилага един вид бръснач на Окам, а именно, че уравненията на теорията трябва не само да се съгласуват с този принцип, но също така да бъдат възможно най-прости. Сам по себе си принципът за еквивалентността може да допуска големи уравнения с почти неограничена сложност. Айнщайн би могъл да включи членове, съдържащи пространствено-времени производни от четвърти, шести или кой да е четен порядък, но самият той се ограничава с диференциални уравнения от втори ред.

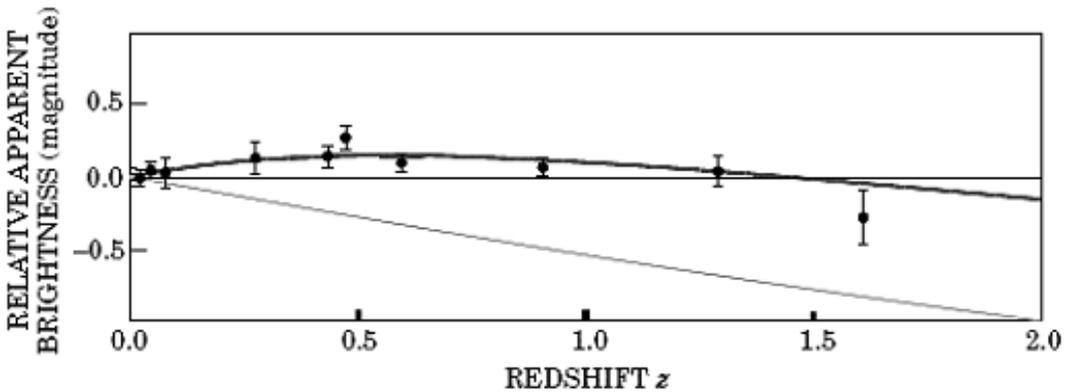
Това би могло да се обоснове с практически съображения. Размерностният анализ показва, че членовете в полевите уравнения, съдържащи повече от две пространствено-времени производни, ще трябва да са придружени от постоянни множители, пропорционални на положителните степени на някаква дължина. Ако тази дължина е нещо, подобно на дължините, срещани във физиката на елементарните частици или даже в атомната физика, тогава ефектите на тези членове с производни от по-висок ред ще бъдат пренебрежими в значително по-големите мащаби, при които се правят всички наблюдения на гравитацията. Има само една модификация на Айнщайновите уравнения, която би могла да има наблюдаеми ефекти: това е въвеждането на член, който изобщо не съдържа производни по времето и пространството, т.е. космологична константа.

Айнщайн обаче изключва членовете с производни от по-висок ред не поради тази или друга практическа причина, а по естетически съображения: щом такива членове не са необходими, защо да ги включва? И тъкмо тази естетическа преценка го кара да съжалява, че изобщо е въвел космологичната константа.

От времето на Айнщайн ние се научихме да не се доверяваме на този тип естетични критерии. Опитът ни във физиката на елементарните частици ни

науци, че щом фундаменталните принципи допускат някакъв член да участва в полевите уравнения на физиката, този член най-вероятно ще има своето място в уравненията. Също като мравешкия свят в романа на Т.Х. Уайт *Бивш и бъдещ крал*: всичко, което не е забранено, е задължително. Действително, доколкото сме способни да правим пресмятания, квантовите флуктуации могат да създадат безкрайна ефективна космологична константа, така че за да се компенсира тази безкрайност, трябва в самите полеви уравнения да имаме безкрайна „гола“ космологична константа с обратния знак. Бръсначът на Окам\* е прекрасен инструмент, но той трябва да се прилага към принципите, не към уравненията.

Възможно е Айнщайн да е бил повлиян от примера на Максвеловата теория, която той изучава самостоятелно, докато е студент в Политехническият институт на Цюрих. Джеймс Кларк Максвел създаде своите уравнения, така че те да описват известните явления на електричеството и магнетизма, като заедно с това се съблюдава принципът за запазване на електричните товари, и във формулировката на Максвел уравненията на полето съдържат членове със само минимален брой пространствено-времеви производни. Днес знаем, че уравненията на електродинамиката съдържат членове с произволен брой



Фиг. 3. Измерванията над далечните свръхнови показва, че Вселената съдържа преобладаващо количество тъмна енергия, която има поведение като на космологична константа. Тук видимата яркост е мярка за отдалечеността, а червеното отместване е мярка за скоростта на разбягване. Стойностите на яркостта се отнасят към тези в празна Вселена без космологична константа (горизонталната права). За горната крива, която най-добре се съгласува с данните, 70% от космическата енергийна плътност се приписва на космологична константа. Положителният наклон на кривата сочи космическо ускорение; отрицателният наклон съответства на забавяне. Съвременната Вселена се ускорява, но в по-ранна епоха, когато Вселената е била значително по-малка, силата на отблъскване, която се асоциира с космологичната константа, е отстъпвала на обикновеното гравитационно привличане. Долната права е за нулева космологична константа и зле се съгласува с наблюдателните данни (по цитат [6]).

пространствено-времени производни, но тези членове, подобно на членовете с по-висши производни в общата теория на относителността, не водят до наблюдаеми следствия в макромасщаб.

През десетилетията след 1917 астрономите от време на време търсят прояви на космологичната константа, но успяват само да установят нейна горна граница. Последната беше многократно по-малка от онова, което би могло да се очаква въз основа на приноса на квантовите флукутации, поради което много физици и астрономи стигнаха до извода, че константата трябва да е равна на нула. Но въпреки всичките ни усилия никой не успя да открие такъв физически принцип, който би изисквал космологичната константа да е нулева.

И тогава, през 1918, измерванията върху червените отмествания и разстоянията на свръхновите по космологичните програми Свръхнова и Свръхнови с голямо (космологично) червено отместване  $z^*$  показаха, че разширението на Вселената се ускорява, както беше установил Де Ситер в своя модел (виж статията на Saul Perlmutter, *Physics Today*, April 2003, p. 53). Както посочихме по повод фиг. 3, възможно е около 70 % от плътността на енергията на Вселената да е един вид „тъмна енергия“, запълваща цялото пространство. Впоследствие това се потвърди от наблюденията на ъгловите размери на анизотропиите в космическия микровълнов фон. Плътността на тъмната енергия не се мени бързо с разширяването на Вселената и ако тя действително е независима от времето, тогава тя води точно до ефекта, който би могъл да се очаква от една космологична константа. Но каквото и да се окаже, все пак си остава загадка защо космологичната константа не е толкова голяма, колкото би могло да се очаква от изчисленията върху квантовите флукутации. През последните години този въпрос доби първостепенно значение за физиците теоретици. Що се отнася до въведената от Айнщайн през 1917 г. космологична константа, неговата истинска грешка е в това, че той е смятал това за грешка.

Когато един историк прочете горния текст в първия вариант на тази статия, неговият коментар беше, че могат да ме обвинят за злоупотреба с историята на вигите. Терминът „история на вигите“ е употребен за пръв път през 1931 г. в лекция на историка Х. Бътърфийлд. Според последния историците на вигите смятат, че в историята има разгръщаща се логика и затова те оценяват миналото по критериите на настоящето. На мен обаче ми се струва, че макар този метод да не е подходящ за политическата и обществената история (и това се отнася за Бътърфийлд), той има определена стойност в историята на науката. Усилията в науката имат кумулативен характер. Ние действително знаем повече от нашите предшественици, защото можем да се поучаваме от направените от тях грешки и по такъв начин да научаваме повече за нещата, които по тяхно време са останали неразбрани.

## Против квантовата механика

Другата грешка, която много често се приписва на Айнщайн, е, че той е заел грешната позиция в прочутия му дебат с Нилс Бор за квантовата механика, започнал на Солвеевия конгрес през 1927 г. и продължил през

1930-те. Накратко казано, Бор е основната фигура при формулирането на т.нар. „Копенхагенска интерпретация“ на квантовата механика, според която е възможно да бъдат пресметнати само вероятностите на различните резултати от експериментите. Айнщайн отхвърля схващането, че законите на физиката могат да описват вероятности, като формулира мисълта си с прочутия израз, че Господ не играе на зарове с космоса. Историята обаче отсъди срещу Айнщайн – квантовата механика жъне успех след успех, но Айнщайн остава встрани от това.

Цялата тази позната история е вярна, но тя пропуска една ирония. Боровата версия на квантовата механика е дълбоко погрешна, но не поради причината, която сочи Айнщайн. Копенхагенската интерпретация описва какво се случва, когато наблюдател прави измерване, но самият наблюдател и самият акт на измерването се разглеждат класически. Това със сигурност е невярно: физиците и техните уреди трябва да се подчиняват на същите квантовомеханични правила, които управляват всичко останало в света. А тези правила се изразяват посредством вълнова функция (или по-точно вектор на състоянието), чиято еволюция е напълно детерминистична. Тогава откъде се вземат вероятностните правила на Копенхагенската интерпретация?

През последните години беше постигнат значителен напредък в разрешаването на този проблем, но тук не мога да навлизам в детайли. Достатъчно е само да посоча, че нито Бор, нито Айнщайн третират истинския проблем, свързан с квантовата механика. Ясно е, че Копенхагенските правила работят, така че те ще трябва да се приемат. Но това ни изправя през задачата да намерим тяхното обяснение посредством прилагането на детерминистичното уравнение за еволюцията на вълновата функция – уравнението на Шрьодингер – към наблюдателите и техните апаратури. Трудността не е в това, че квантовата механика е вероятностна – това очевидно е нещо, с което ние ще трябва да се примирим. Истинската трудност е, че тя също така е детерминистична, а казано по-точно, че тя комбинира вероятностна интерпретация с детерминистична динамика.

**Опити за унификация.** Айнщайновото отхвърляне на квантовата механика е една от причините той да остане изолиран от другите изследвания във физиката през годините от 1930-те до неговата смърт през 1955. Но има и друг фактор за това. Вероятно най-голямата грешка на Айнщайн е, че той става заложник на своите собствени успехи. Когато човек е постигнал големи завоевания през миналото, няма нищо по-естествено той да търси нови завоевания, като прилага същата тактика, която допреди се е оказала така

успешна. Да си спомним съвета, даден от неизвестен съветски военен аташе на египетския президент Гамал Абд ал-Насър по време на Суецката криза от 1956: „Изтеглете армиите си в центъра на страната и изчакайте зимата.“

А има ли физик, който да е постигнал повече успехи от Айнщайн? След поразителното му постижение с обясняването на гравитацията в геометрията на пространството и времето беше напълно естествено той да опита да включи и другите сили наред с гравитацията в една „обединена теория на полето“, основана върху геометрични принципи. По отношение на другите насоки на развитие във физиката той коментира<sup>3</sup>, че „всички опити да се постигне по-дълбоко знание за основите на физиката ми се струват обречени, ако основните понятия още от самото начало не са съгласувани с общата теория на относителността“. А тъй като електромагнетизмът беше единствената друга сила, която в своите макроскопски прояви до известна степен наподобява гравитацията, то именно надеждата за обединяване на гравитацията и електромагнетизма е най-силната мотивация в изследванията на Айнщайн през последните години от живота му.

Ще спомена само два от многото подходи, които Айнщайн развива в тези изследвания. Единият подход е основан върху идеята за петото измерение, предложена през 1921 от Теодор Калуза. Да предположим, че пишем уравненията на общата относителност вместо в четири в пет пространствено-времени измерения, и да приемем произволно, че 5-мерният метричен тензор не зависи от петата координата. Тогава се оказва, че частта от метричния тензор, която свързва обикновените четири пространствено-времени измерения с петото измерение, удовлетворява същото полево уравнение, каквото удовлетворява векторният потенциал в Максвеловата теория на електромагнетизма, а частта от метричния тензор, която свързва само обичайните пространствено-времени измерения помежду им, удовлетворява полевите уравнения на 4-мерната обща относителност.

Идеята за допълнително измерение става още по-привлекателна през 1926, когато Оскар Клайн облекчава изискването полетата да не зависят от петата координата и на негово място приема, че петото измерение е навито в малка окръжност, така че полетата са периодични по тази координата. Клайн установява, че в тази теория частта от метричния тензор, която свързва петото измерение само със себе си, има поведение подобно на вълновата функция на електрично заредена частица, поради което за момент допуска, че има възможност не само гравитацията и електромагнетизмът, но и веществото да се подчинява на обединената геометрична теория. Уви, оказва се, че ако електричният заряд на частицата бъде отъждествен на електронния заряд, тогава масата на частицата се оказва прекалено голяма с множител около  $10^{18}$ . Жалко е, че Айнщайн се отказва от идеята на Клайн – Калуза. Ако беше я разширил от пет до шест или повече пространствено-времени измерения, той би

могъл да открие полевата теория, построена от Ч. Н. Янг и Робърт Милс, както и нейните обобщения, някои от които по-късно възникнаха като части от нашите съвременни теории на силните, слабите и електромагнитните взаимодействия<sup>4</sup>. Айнщайн очевидно не е обърнал никакво внимание на силните или слабите ядрени взаимодействия, предполагам, защото те изглеждат толкова различни от гравитацията и електромагнетизма. Днес ние разбираме, че уравненията, които описват всички познати взаимодействия освен гравитационното, в действителност са съвсем подобни, а разликата между тези явления се дължи на залавянето на цветове при силните взаимодействия и на спонтанното нарушаване на симетрията при слабите взаимодействия. Но даже да беше така, Айнщайн вероятно пак не би останал доволен от съвременните теории, защото те не са обединени с гравитацията и защото веществото – електрони, кварки и т.н. – все още трябва да се въвежда в нея „ръчно“.

Дори преди работата на Клайн Айнщайн е развивал различен подход, основан върху просто преброяване. Ако се откажем от изискването  $4 \times 4$  метричният тензор да е симетричен, тогава той ще има 16, а не 10 независими компоненти, като излишните 6 компоненти ще могат да се отъждествят с електричното и магнитното полета. По еквивалентен начин може да се приеме, че метриката е комплексна, но ермитова. Проблемът с тази идея, който Айнщайн с огорчение установява, е, че фактически нищо не свързва 6-те електрични и магнитни полета с 10-те компоненти на обикновения метричен тензор, който описва гравитацията (освен това, че за всички полета се използва една и съща буква от азбуката). Лоренцова или коя да е друга координатна трансформация ще превърне електричното или магнитното полета в смеси от електрични и магнитни полета, но никоя трансформация не ги смесва с гравитационното поле. Този чисто формален подход, за разлика от идеята на Калуза – Клайн, не остави никаква следа в съвременните изследвания. Надеждата в математиката като извор на физическо вдъхновение, което така добре помага на Айнщайн в изграждането на общата относителност, тук вече му изневерява.

Макар да е грешка това, че Айнщайн остава встрани от вълнуващия напредък, постигнат през 1930-те и 1940-те от по-младите физици, от друга страна така се разкрива една достойна за възхищение черта на неговата личност. Айнщайн никога не е искал да бъде мандарин. Той никога не е опитвал да внушава на физиците да се откажат от техните изследвания по физика на ядрото и на елементарните частици и да последват неговите идеи. Той никога не е опитвал да запълва вакантни професури в Института за авангардни изследвания със свои сътрудници или помощници. Айнщайн беше не само велик човек – той беше и добър човек. Неговите морални принципи го ръководят и в други ситуации: той се противопоставя на милитаризма през Първата световна война; отказва да подкрепя Съветския съюз при Сталиновото

управление; става убеден ционист; отказва се от пацифизма, когато Европа е застрашена от нацизма; публично се противопоставя на макартизма. По тези големи обществени проблеми Айнщайн не допуска никакви грешки.

### Бележки и цитирания

1. Грешките, обсъдени в тази статия, не са с претенции за изчерпателност. Подбрал съм ги по такъв начин, защото според мен разкриват някои страни от интелектуалната среда, в която е работил Айнщайн. В сп. **PHYSICS TODAY** от март 2005, с. 34, авторите А. Харви и Е. Шукинг описват едно грешно предсказание на Айнщайн относно скоростта на часовници на земната повърхност, а в книгата си *Специалната теория на относителността на Алберт Айнщайн* (Addison-Wesley, Reading PA 1981, с. 328) А. Милър обсъжда грешка на Айнщайн при изчисляването на напречната маса на електрона.

2. G. Gamow, *My World Line – An Informal Autobiography*, Viking Press, New York (1970), p. 44. Благодаря на Лорънс Краус за това позоваване.

3. A. Einstein, *Sci. Amer.*, April 1950, p. 13.

4. Любопитно е, че на конференция във Варшава през 1939 Клайн излага теория, която е много подобна на теорията на Янг – Милс и е основана върху неговото 5-мерно обобщение на общата относителност. Опитвах се да проследя разсъжденията на Клайн, но това не ми се удаде – не вярвам изводът му да е правилен: за да се получи теорията на Янг – Милс са нужни още поне две допълнителни измерения. Както изглежда, учените често биват привличани от красивите теории, така както насекомите се привличат от цветята – не с логическа аргументация, а с нещо като усещане за аромат.

5. E. Hubble, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **15**, 168 (1929).

6. A. G. Riess et al., *Astrophys. J.* **607**, 665 (2004).

Steven Weinberg, *Einstein's Mistakes*. Physics Today, Nov. 2005, p. 31.

Превод: **М. Бушев**

### Бележки на преводача

\* Уилям Окам (1285-1349) – англ. философ номиналист. Според него понятията, които не се поддават на емпирична проверка, трябва да бъдат изгонени от науката. Принципът, известен като „бръснач на Окам“, гласи: „същностите не трябва без нужда да се увеличават“ – *бел.прев.*

\*\* Космологичното червено отместване е свързано с общото разширяване на Вселената и се дължи на съвместното действие на ефекта на Доплер и на гравитационния ефект на Айнщайн – *бел.прев.*

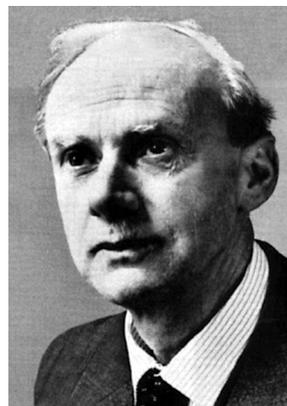
## ДИРАК ВЪВ ФИЗИКАТА НА ХХ ВЕК

В. Санюк, А. Суханов

*„Пол Адриан Морис Дирак без съмнение е един от най-великите физици на това, а и на всяко друго столетие. В течение на три решителни години – 1925, 1926 и 1927 – със своите три публикации той заложи основите първо – в квантовата физика като цяло, второ – в квантовата теория на полето, и трето – в теорията на елементарните частици... Нито един учен, с изключение на Айнщайн, не е оказвал такова определящо влияние за толкова кратък период върху развитието на физиката през това столетие“*

Абдус Салам

**1. Въведение.** Сравнителната оценка за ролята на личността и отделни постижения в историята на духовната култура на човечеството, още повече за периоди от векове и хилядолетия (както това прави нобеловият лауреат Абдус Салам) е извънредно трудна задача. Даже да се ограничим само в рамките на физиката, не може да не отбележим, че съпоставянето и еднаквата степен на възхищение – както от експериментаторите, предложили и провели изтънчени решителни експерименти (т.нар. „experimentum crucis“), така и от гениалните прозрения на теоретици, автори на фундаментални теории, „поставящи ред“ в разбирането на цял ред природни явления – две толкова разнопосочни постижения – всъщност нямат общ критерий за оценяване.



Разбира се, може прецизно да се пресметнат количеството цитирания на един или друг учен в публикациите на други автори и да се изчисли т.нар. „индекс на цитирания“. Този доста формален подход е най-прост за реализиране. Не е необходим съдържателен анализ на работите или преценка за реалния принос. Вместо трудоемката аналитична дейност, може да се мине със статистика. Може да се проведе и допитване сред специалисти и експерти, работещи в дадена или близка област на науката, което всъщност се прилага в една или друга форма при финансиране на проекти или присъждане на премии. В най-добрия случай такива методи позволяват да се определи кръгът от най-известни или най-често цитирани автори, но не и повече от това.

Съществува и по-обективен критерий за оценка на постижението, валиден наистина само за признати като класици на науката: да се съди за прино-

са на учения по броя на „именуваните“ резултати – принципи, ефекти, явления, формули, уравнения, носещи техните имена. Ако приложим този критерий, то безусловен лидер във физиката на ХХ век ще бъде Дирак с неговите уравнение на Дирак, теория на преобразованията на Дирак, поле на Дирак, матрица на Дирак, делта-функция на Дирак, скобки на Дирак, теория на Дирак за дупките, представяне на взаимодействията на Дирак, квантово правило на Дирак, монопол на Дирак, статистика на Ферми-Дирак, спрягане на Дирак, пропагатор на Дирак, механика на Дирак... И това съвсем не е пълният списък на названията и термините, влезли завинаги в съвременните учебници и монографии.

Всъщност, може да се каже, че като цяло квантовата физика се „изяснява“ на език, чиято основа е съставена от думи и понятия, въведени от Дирак – наблюдаема, състояние, комутационни съотношения, „бра“- и „кет“ вектори,  $s$ - и  $q$ -числа (за означаване на класически и квантови величини). Означенията със скоби за матричните елементи, операторите на раждане и унищожение на частици, функционалните интеграли в съвременната физика са наследство пак от Дирак.

И ако пак се върнем към критериите, споменати по-горе, трябва да отбележим, че даже най-висшият от тях е тесен за оценката на творчеството на учени, прославили се не само с отделни ключови идеи или постижения. Става дума за личности, които фактически са изменили нашите представи за основните принципи в разбирането на обкръжаващия ни свят. По общо признание към творци от такъв ранг принадлежат Нютон, заложил основите на класическата физична картина на света, и Айнщайн, блестящо завършил нейното създаване и положил пътя към неклассическата физична картина на света. Според вече цитираното мнение на Салам, споделяно и от много други известни учени, към учените от такъв мащаб трябва да се отнесе и Дирак. Като потвърждение на това мнение, което не може да се отнесе към общоприетите, ще приведем аргументи и факти, свидетелстващи за основополагащата роля на Дирак при формирането на съвременната физическа картина на света. Като начало нека цитираме древната истина, че „всичко се познава в сравнение“ и в следващия раздел ще развием вече няколко пъти споменатото сравнение на Салам, поставящ Дирак в един ред с Айнщайн. Това съпоставяне е много поучително, защото в съдбата и особеностите на творчеството на двамата физици могат да се видят много общи неща.

**2. Щрихи към портретите: Дирак и Айнщайн.** Преди всичко Дирак и Айнщайн ги сродява задълбочената и във висша степен самобитна работа на мисълта им. Нито единият, нито другият по същество нямат наставници, нито многочислени ученици. Те рядко прибегват до цитирания на чужди източници, а статиите им, написани в съавторство с други, могат да се преброят на

пръсти. Най-дълбоките си идеи те разработват практически в пълно уединение: било зад бюрото в патентното отделение (Айнщайн), било по време на пеши разходки в околностите на града (Дирак). Уединението и обособеността в мисленето, в творчеството и в житейското поведение са най-характерните черти на Дирак и Айнщайн до последните им дни. (Нека отбележим, че тези черти се отнасят със същата сила и за Нютон, обаче съпоставителният анализ на живота и дейността на тримата велики учени би ни отвел много далеч извън рамките на тази статия).

Друга характерна особеност на стила в научното творчество на Дирак и Айнщайн е простотата, издигната в принцип, която обаче няма нищо общо с елементарността. „Удовлетворителната теория – отбелязва Дирак на последната страница в 3-тото издание през 1947 г. на своите „Принципи на квантовата механика“ – трябва да допуска просто решение на всеки прост физичен проблем“. Това потвърждава и Айнщайн в своята „Творческа автобиография“: Забележителното евристично значение на общия принцип на относителността се състои в това, че той ни отвежда към търсенето на онези системи уравнения, които – бидейки общоковариантни, същевременно са и най-простите... В техните публикации отсъстват дълги изчисления и тромави доказателства, а получените резултати и формули отговарят на висшите стандарти за „математическа красота“. Удивителното изящество и виртуозната лекота, с която в трудовете на Дирак и Айнщайн възникват логически стройни теории, е съпоставимо само с моцартовия стил в музиката или с графиката на Пикасо и Дали.

Напълно естествено е да заподозрем, че зад всичко това се крие някаква тайна... И действително е така! Всеки един от тях използва свое „ноу-хау“, което до неотдавна е било скрито от непосветените. Своеобразната „вълшебна пръчица“ на Айнщайн е предпочитанието, което той отдава на „теорията на принципа“. За него тя се превъплъщава от термодинамиката. На 70 годишна възраст, в споменатата „Творческа автобиография“ Айнщайн пише, че „...скоро след 1900 година, т.е. скоро след основополагащата работа на Планк, ми стана ясно, че нито механиката, нито термодинамиката не могат да претендират за пълна точност ... Постепенно започнах да се отчайвам за възможността да се докопам до истинните закони по пътя на конструктивни обобщения на известни факти. Колкото повече и по-отчаяно се стараех, толкова по-близо стигах до заключението, че само откриването на общ формален принцип може да ме доведе до надеждни резултати. За образец ми се представяше термодинамиката. Там общият принцип беше представен в предположението: законите на природата са такива, че да се построи *perpetuum mobile* (от първи и втори род) е невъзможно...“. Подробен анализ за ролята на термодинамичните „начала“ в мисленето на Айнщайн може да се намери в статията на М. Клайн [1], където е показано, че даже при построяване на

теории, външно доста далечни от термодинамиката, Айнщайн явно или косвено се ръководи от термодинамичен възглед за света.

Дирак също е имал своя „тайна“. Тя възникнала при следните обстоятелства. След получаване на степента бакалавър в Бристолския университет през 1921 г. младият Пол прави опит да продължи обучението си в Кембридж, но като неотдавнашен емигрант му е отказана стипендия. Той се завръща в Бристол, където получава разрешение да слуша лекции в математическия факултет неофициално, без да заплаща за обучението си. Но както се казва – няма зло без добро. Най-силното му впечатление от този период са лекциите на математика П. Фрейзър, който успява да предаде на учениците си красотата на математичните построения и, едновременно с това, необходимостта от строгост в математичните разсъждения. Под влияние на Фрейзър математическата красота на физичните закони става за Дирак интуитивно мерило за правилността на физичните теории.

Фрейзър запознава Дирак с проективната геометрия. „Тя ми произведе най-силно впечатление със своето математическо изящество – пише по-късно Дирак. Струва ми се, че голямата част от физиците знаят малко за проективната геометрия. И бих казал, че това е пропуск в тяхното образование. Проективната геометрия винаги работи в плоското пространство, но представлява мощен инструмент за неговото изучаване и ни въоръжава с методи, като например метода за еднозначното съответствие, който като вълшебство дава резултати ... В своята работа аз винаги съм прибягвал към съображения от проективната геометрия ... Проективната геометрия представлява не-обикновено полезен апарат за изследване, но аз не съм писал нищо за нея. Даже ми се струва, че никога не съм я споменавал в своите статии (макар и да съм съвсем уверен в това), защото разбирах, че повечето физици знаят малко за нея. Получавайки някакъв резултат, аз го превеждах на аналитичен език и превръщах своите аргументи в уравнения. Такова доказателство можеше да бъде разбрано от всеки физик ...“. В този случай историята се повтаря, макар и с обратен знак. През XVII век Нютон получава голяма част от своите резултати с помощта на развитите от него методи за анализ и ги превежда на езика на геометрията, на който са написани и неговите знаменити „Начала ...“. Със същата цел – да бъде разбираемо изложението за мнозинството физици от неговото време.

Като аспирант в Кеймбридж, Дирак редовно посещава пиенето на чай у професор Х. Бейкър (при когото студент е бил и Фрейзър). Всяка среща там завършва с някакво съобщение за резултати, получени чрез метода на проективната геометрия. На едно такова пиене на чай със съобщение за нов метод за решаване на проективни задачи е трябвало да докладва новакът Пол Дирак. Това се оказва и първата в живота му лекция. Оказва се още, че чрез езика на проективната геометрия лесно и просто се решават задачи от специ-

алната теория на относителността, от която в онова време (началото на научната си кариера) Дирак е увлечен. Публикуването на получения резултат се оказва № 2 от списъка на научните му публикации.

От проективната геометрия Дирак почерпва не само идеята за спинорите – еднородни координати за изотропните линии, но и пренасянето в квантовата механика на принципа на двойственост на Понселе, въвеждайки не само векторите на състоянието, но и дуалните им ко-вектори. Независимо че Дирак преоткрива своята „тайна“, позволила му да получи забележителни резултати, физическата общност практически не реагира на това съобщение и това е забележително. Във всеки случай, нито проективната геометрия, нито геометрията на Лобачевски не влизат в задължителните математични курсове на физическите факултети. А и работи, които „реставрират“ оригиналния ход на разсъжденията на Дирак на езика на проективната геометрия, не се обсъждат в печата.

Близостта на жизнените и творчески стилове на Дирак и Айнщайн едва ли е била случайна. Може да се отбележи тяхната самотност през детството в семействата им, както и гнетящото чувство за вечни емигранти в обществото, съпровождащо ги през целия им живот, където и като каквито и да се намирали те. Не може да не се забележи и веригата удивителни съвпадения: и двамата са получили само техническо основно образование, и двамата не са успели да започнат работа по специалността си след завършване на университета. През първите години никой не ги поддържа в научните им търсения. Те са се издържали с усилие, занимавали са се със самообразование в малки градчета, далеч от известни научни центрове. Без съмнение, тези обстоятелства са задържали до известна степен появата на първите им научни публикации. В същото време най-вероятно всичко това е спомогнало след година, година и половина работите на тези млади учени веднага да попаднат в раздела на уникалните.

Наистина, и Айнщайн, и Дирак в еднаква степен демонстрират необикновено ярко избухване на интелект, олицетворяващ самобитен и многостранен разцвет в достатъчно ранна възраст. (Такива примери не са редки, например в математиката това са Е. Галоа, Н. Абел, Н. Боголюбов; в теоретичната физика – И. Нютон, Дж. Максвел, Л. Ландау, Я. Зелдович, Р. Файнман). Формулираните в ранните им работи идеи оказват бързо и решаващо въздействие върху съвременниците им и се превръщат в основа на принципно нови теории. В много ранна възраст тези учени са избрани единият в Пруската академия на науките, а другият в Лондонското Кралско дружество. Те влизат в елита на научната общност едва трийсетгодишни с определянето им като основни докладчици на първия (Айнщайн, 1911 г.) и на седмия (Дирак, 1933 г.) Солвеевски конгреси. Разбира се, и двамата са удостоени с Нобелови награди (при това Дирак, наред с Хайзенберг, става такъв на 31 годишна

възраст). Но даже сред Нобеловите лауреати Айнщайн и Дирак изпъкват с мащаба на своите постижения.

При такива успехи е имало от какво да се замаят главите им, но това не е станало. Огромното уважение, с което Айнщайн и Дирак се ползват сред съвременниците си и техните потомци, се основава не само на преклонението пред тяхната научна гениалност. И двамата велики физици са се отличавали с високи човешки качества, сред които трябва да се отбележи специално скромността. Тя се е проявявала и в поведението във всекидневния живот, и в отношенията им с хората. Що се отнася до науката, за тях е било характерна пълната липса на самоподчертаване на ролята им, стигаща понякога до публично недооценяване на своите резултати. Няма никаква борба за приоритет, има пълно уважение към приноса на предшествениците и съвременниците им. Достатъчно е да напомним само как Дирак през целия си живот е въздавал дължимото на изходната идея на Хайзенберг.

Накрая, не можем да не отбележим още една особеност – близостта на научните съдби на Дирак и Айнщайн. Превръщайки се достатъчно рано в класици на естествознанието, впоследствие и двамата преживяват дълъг период на идейна самота и даже на забвение. Най-активната част на физичната общност достатъчно рано „ги отписва от сметката“, разглеждайки ги като ретрогради. Много техни идеи, изказвани в течение на последните няколко десетилетия от живота им, са били недооценени от съвременниците им и не се разглеждат и до днес.

Особеностите на човешкото съзнание изглежда са такива, че за разбирането на действителния принос на една или друга забележителна личност се изисква значителна историческа дистанция. (Достатъчно е да си спомним какво място във физиката е заемал например Нютон в очите на научната общност от средата на XVIII век.) Затова няма нищо учудващо, че признанието за истинската роля на Дирак във физиката идва постепенно. Да се надяваме, че тази статия ще позволи, макар и частично, да убеди читателя в това, че Дирак е бил не само един от най-достоините приемници на Лукасовата катедра в Кеймбридж, заемана от Нютон, но и продължител на неговото дело по изграждане на адекватна физична картина на света.

**3. Основателите на квантовата механика: Хайзенберг-Дирак-Шрьодингер.** Създаването на квантовата механика е едно от великите събития в историята на цивилизацията. Затова изясняването на действителния принос в общото дело на всеки един от героите на тази епоха е най-важната задача не само за историците на науката. Разбира се, не става дума за въпроси на приоритета, още повече, защото човек като Дирак не е придавал на това никакво значение.

Както е известно, квантовата механика е плод на творчеството, основно,

на много млади физици, във връзка с което заслужено е наречена от В.Паули Klabenphysik – „физика за момченца“. Наистина, сам Паули е роден през 1900 г., Хайзенберг – 1901 г., Дирак и Йордан – 1902 г. Затова не е лишено от смисъл да се сравнят условията, в които протича тяхното обучение и научно-изграждане на тези талантливи юноши. Не може да не отбележим, че едно е да израстнеш в непрекъснато общуване с признати учители като А.Зомерфелд (Мюнхен), М.Борн (Гьотинген), Н.Бор (Копенхаген) и П.Еренфест (Лайден), каквато реално е била научната съдба на Паули, Хайзенберг и Йордан, и съвсем друго – като Дирак, аспирант (research student) в знаменитата Кавендишка лаборатория в Кембридж, където обаче не е имало нито един известен теоретик, занимаващ се непосредствено с проблемите на атомната физика. (Първото пътешествие на Дирак до „континента“ става през септември 1926 г., когато неговите основни резултати в квантовата механика са вече публикувани в седем статии).

Безспорно е, че първата идея, инициирала създаването на „новата“ квантова механика, е изказана от Хайзенберг през лятото на 1925 г. Обаче появата се в матричната механика на Хайзенберг некомутиративност на динамичните променливи озадачава, преди всичко самия автор, който счита това като признак за съществуването на порок в неговата теория. На същата позиция, първоначално стоят Борн и Йордан, включили се заедно с Хайзенберг в разработването на тази теория. По съвет на Р.Фаулер през септември с.г. се заема и Дирак, който със свойствената си смелост на мислене и знание на хамилтоновата динамика започва да разглежда некомутиративността на канонично спрегнатите променливи като основен принос на Хайзенберг при построяването на квантовата динамика. Запознавайки се с коректурата на първата статия на Хайзенберг, той самостоятелно подготвя и представя на 7.11.1925 г. основополагащата си статия „Фундаменталните уравнения на квантовата механика“, която се появява на 1.12.1925 г. в Proc.R.Soc. London, Ser.A 109 642.

Нека отбележим, че в тази работа за пръв път е придадена съвременната форма на уравнението на Хайзенберг:

$$dx/dt = [x, H],$$

при това за произволна наблюдаема  $x$ , произволен хамилтониян  $H$  и всякакво представяне на операторите. Именно в този си вид и то влиза в учебниците и монографиите по квантова механика.

Фактически работата на Дирак се оказва втората публикация по квантова механика, защото известната статия на Борн и Йордан Z.Phys. 34 858 (1925), въпреки че е пратена на 27.09.1925 г., излиза в печат малко по-късно и не е била достъпна на Дирак. Борн, Хайзенберг и Йордан – автори на знаменитата „статия на тримата“ (Z.Phys. 35 557, 1926) се оказва четвъртата изпратена за печат статия на същата тема, като при нейната подготовка авторите са

разполагали с копие от статията на Дирак, изпратена им от самия автор. В приятелско писмо на Хайзенберг до Дирак от 20.11.1925 г. се казва: „С огромен интерес прочетох Вашата прекрасна работа. Всичките ви резултати без съмнение са правилни, ако разбира се, се вярва в новата теория ... Надявам се да не се огорчите от факта, че част от Вашите резултати бяха получени преди известно време и в нашия институт ... В своите резултати Вие сте се придвижили значително напред, особено що се отнася до общото определение на диференциране с връзката на квантовите условия с скобките на Пуасон“. И действително е така, защото в статиите на немските физици става дума само за уравнения за оператори на координати и импулси и само в енергетично представяне, наистина за по-широк клас хамилтонияни, в сравнение с първата работа на Хайзенберг (*Z.Phys.* 33 879, 1925).

След това, през 1926 г. Дирак публикува серия статии по квантова механика, в това число статиите „За квантовата алгебра“ и „Към теорията на квантовата механика“, на основата на които през май 1926 г. той защитава дисертацията си, озаглавена „Квантова механика“. Това е първата в историята на физиката „квантова“ дисертация, станала след четири години основа на фундаменталната му монография „Принципи на квантовата механика“ (Oxford; The Clarendon Press, 1930)

В подхода си за построяване на квантовата механика Дирак първоначално се основава на хамилтоновата форма на аналитичната механика. Това му позволява по най-естествен начин да въведе в математичен апарат на новата наука не само идеята за некомутиративните динамични променливи, но и органично да включи качествено новото понятие за *квантово състояние* – основно понятие на вълновата механика, предложена от Шрьодингер в края на януари и публикувано на 13.03.1926 г. Разработената, главно от Дирак, теория на преобразуванията позволява на Шрьодингер да демонстрира убедително еквивалентността на подхода на Хайзенберг (матрици), на Шрьодингер (вълнова функция) и най-общия подход на Дирак ( $q$ -числата).

Необходимо е да подчертаем, че през този героичен период на изграждане на квантовата механика (1925–1934) сред физиците-теоретици е имало привърженици както на матричната механика на Хайзенберг-Борн-Йордан, така и на вълновата механика на д-р Бройл – Шрьодингер. На този фон се предлага позицията на Дирак, чийто работи са ориентирани към изграждането на собствена квантова механика. Като потвърждение може да послужи факта, че в 28-те работи на Дирак по тази тематика от този период термина „вълнова механика“ се среща само един път, а термина „матрична механика“ не е използван нито веднъж.

По такъв начин, имаме достатъчно основания да твърдим, че „новата“ квантова механика е съвместна рожба на Хайзенберг, Дирак и Шрьодингер, като на Дирак принадлежи фундаменталната идея, позволяваща обединява-

нето на различните подходи и представянето на квантовата механика като качествено нова наука. В това отношение ролята на Дирак е напълно съпоставима с тази на Айнщайн при създаване на теорията на относителността, обединяващ също приноса на трима автори – Х.Лоренц, А.Поанкаре и самия Айнщайн. В дадения случай Нобеловия комитет оценява адекватно приноса на всеки един от създателите на квантовата механика и присъжда Нобеловата награда на Хайзенберг (за 1932 г.), и на Дирак и Шрьодингер (за 1933 г.), като тя е връчена и на тримата едновременно през декември 1933 г.

В тази връзка ще си позволим само няколко бележки. Преди всичко, нека отбележим, че общоприетата статистическа интерпретация на квантовата механика, водеща началото си от идеите на Айнщайн в неговата теория на излъчването, обикновено се свързва само с името на Макс Борн. Наистина, той е този, който въвежда тези идеи, обсъждайки интерпретацията на разсейване на микрочастици в тримерно конфигурационно пространство. Аналогични идеи едновременно и независимо изказва Дирак в публикацията си „Физическата интерпретация на квантовата динамика“ (Proc.R.Soc.London, Ser.A 113, 1927) с тази разлика, че те са формулирани не за вълнова функция в обикновено пространство, а за амплитуди на вероятности за всякакъв процес (не само за разсейване) в произволно хилбертово пространство на състоянията.

Второ, още през есента на 1926 г. Дирак обсъжда проблема за едновременната измеримост на координати и импулс на микрочастици, достигайки много плътно до формулировката на съотношението за неопределеност. В своята знаменита работа от 1927 г. за съотношението на неопределеност Хайзенберг пряко посочва, че негов източник е теорията на преобразуване на Дирак.

Трето, традиционно се счита, че създател на квантовата статистическа механика, основно е Джон фон Нейман. Наистина, изходната идея за матрица на плътността е изказана от Ландау и фон Нейман през 1927 г. Обаче, не на всички е известно, че тази идея е реализирана в работите на Дирак от 1929-1931 г. и монографията му, където основите на квантовата статистическа механика са развити още преди появата на бял свят на монографията на фон Нейман през 1932 г.

Четвърто, именно Дирак (Z.Phys.44,1927) пръв разглежда теорията на разсейването като описание на преход между едночастичните in- и op-състояния в импулсно представяне с фиксирани стойности на импулса, спина, типа на поляризация и пр. Този подход, за разлика от първоначалната теория на сблъскванията на Борн, се оказва еднакво приложим както в нерелативистката, така и в релативистката област за всякакви разсейвани микрочастици, включително и фотони, и за всякакви мишени. Фактически, в тази работа на Дирак се съдържат изходните елементи на теорията на S-матрицата, чието развитие е свързано с имената на Хайзенберг, Щюкелберг и Боголюбов.

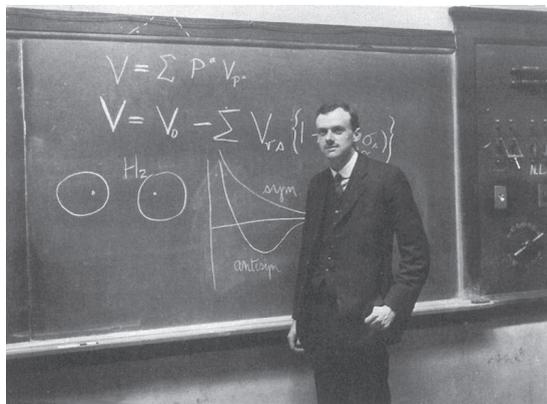
И накрая, пето, много съществен е приноса на Дирак за развитието на приближените методи в квантовомеханичните изчисления. След Шрьодингер, развил теорията на пертурбациите за стационарни състояния, Дирак развива вариант на тази теория за нестационарни състояния. Той съществено усъвършенства и метода за пресмятания при многоелектронни системи. Така, ако в първоначалния подход на Хартри-Фок вълновата функция на системата електрони се изразява чрез произведение на две детерминанти, то в работата на Дирак спиновите променливи не се отделят от самото начало от вълновите функции на отделните електрони. В друга работа от 1930 г. той въвежда поправка в теорията на атома на Томас-Ферми, отчитаща обменните взаимодействия на електроните, което значително повишава метода на пресмятане.

Своя основен труд по квантова механика, Дирак, в духа на Нютон, назовава „The Principles of Quantum Mechanics“. Съдържанието на тази монография, издържала четири преработени издания приживе на автора, представлява най-доброто изложение на основите на квантовата механика и с право влиза в съкровищницата на физическата класика наравно с „Математичните начала“ на Нютон, „Трактата по електричество и магнетизъм“ на Максвел и „Основните принципи на статистическата механика“ на Гибс. Книгата е написана на нов, развит от Дирак, квантов език, което първоначално не е приет от някои физици. Даже Хайзенберг, в рецензията си за немското издание на книгата пише: „...Дирак, вероятно, си представя квантовата механика, особено нейното физично съдържание, по-„символично“, отколкото е необходимо“.

Подобно на Нютон, Дирак започва излагането на квантовата механика с основни определения и аксиоми. (Както твърди Рехенберг „...той от близо следва образа на книгата на Бейкър „Принципи на геометрията“. Всъщност Дирак практически копира нужните му твърдения от тази книга, приблизително в същия ред, в който са изложени от математика. Що се отнася до геометричната интерпретация на формализма, той на две места използва схемата на Бейкър. От една страна той прави извода за възможността за построяване на математически непротиворечива теория с некомутиращи променливи, от друга – извежда геометричната интерпретация, на това, което той нарича „q-числа...“. По такъв начин проективната геометрия изиграва своята роля и при създаването на този шедьовър на световната научна литература.). Дирак подробно се спира на различието между класическия и квантов подход при описване на физичните явления и на изтичащите от това дълбоки изменения на гледните точки на физиците на математичните основи на науката.. „След осъзнаване на това, че не съществуват логически причини, защото нютоновите и други класически принципи са приложими във областта, в която те са експериментално потвърдени, става ясно, че отклонението от тези принципи всъщност е неизбежно. Тези отклонения намират из-

раз в това, че методите на математичната физика бяха попълнени от нови системи от аксиоми и правила за действие“ – пише Дирак.

Преимствата на подхода на Дирак при излагане на основите на квантовата механика, в края на краищата получават всеобщо признание. Любопитно е, че Айнщайн, който никога не възприема квантовата теория като окончателна наука за микросвета и настойчиво търсещ противоречия в формулировките и интерпретациите на квантовите закономерности, по свидетелство на очевидци, постоянно е носил със себе си именно „Принципите...“ на Дирак. Както пише Д.Д.Иваненко в предисловието към руското издание на тази книга (преведена като „Основни ...“): „Сред всички появили се книги „Основите...“ на Дирак се открояват, преди всичко със своята изключителна целенасоченост и яснота ... Сравнявайки я с други добри книги по този въпрос, може да се каже, утрирайки донякъде характеристиките, че редом с нея допълнителния том „Wellenmechanischer Ergangungsband“ на Зомерфелд изглежда като сборник решени частни задачи; книгата на де Бройл „Introduction à l'étude de la mécanique ondulatoire“ представлява само въведение, посветено главно на прехода от класическа към квантова механика; „Elementare Quantenmechanik“ на Борн и Йордан е изложение на съзнателно ограничена част от материала... (в книгата не се появява уравнението на Шрьодингер); и накрая „Einführung in die Wellenmechanik“ на Френкел – най-достъпната за четене книга, както всички споменати до тук, не дава, за съжаление, едно – изложение на системата на квантовата механика. Точно това излагане на системата дава и книгата на Дирак, наистина на най-високо ниво, освободена от всякакъв провинциализъм, т.е. ползването на ограничени методи, изтъкване на проблеми, близки на автора, и т.н.“



**4. Ролята на Дирак при създаване на квантовата теория на полето и теорията на елементарните частици.** Това, което е направено от Дирак по създаването на основите на квантовата механика, вече е достатъчно основание за да бъде отнесен към „безсмъртните“. А между другото, практически в същия този период (1927–1934 г.) Дирак залага основите на още два плодотворни подхода за изучаване на микросвета – квантовата теория на полето и теорията на елементарните частици. Първата възниква в резултат на дълбоко осмисляне на вълновата механика на Шрьодингер. По негови собствени думи, той се замисля над въпроса: „Какво ще стане, ако се вземе уравнението

на Шрьодингер и се опитаме да приложим процеса на квантуване към самата вълнова функция? Винаги се е считало, че вълновата функция се изразява с обикновени числа, т.е.  $s$ -числа. Възниква въпросът какво ще стане, ако ги превърнем в  $q$ -числа ... Така възникна методът, известен като теория на вторичното квантуване“.

**4.1. Дирак като основоположник на квантовата теория на полето.** Общозвестно е, че първата публикация по квантова теория на полето е статията на Дирак „Квантова теория на излъчването и поглъщането“ (Proc. R. Soc. London, Ser. A114, 1927). В нея за пръв път е предложен методът на вторично квантуване, проведено е квантуване на електромагнитното поле и последователно, в рамките на квантовата теория са изчислени коефициентите в теорията на излъчването на Айнщайн. В резултат на по-нататъшно развитие на идеите, изложени в тази статия, в арсенала на физиците се появява качествено нов обект – *квантовото поле*, позволяващо отстраняването на противоречията между корпускуларната и вълнова интерпретация на електромагнитното излъчване.

Фундаменталната роля на Дирак в създаването на квантовата теория на полето е отдавна и подробно изследвана и затова няма да се задълбочаваме в нея, а ще се ограничим само със скромно резюме на статията на Б.В.Медведев и Д.В.Ширков „П.А.М.Дирак и изграждането на основните представи на квантовата теория на полето“ (УФН, 153, 1987). Авторите отбелязват, че в процеса на еволюция на теорията на квантовите полета нееднократно се еменял нейния облик, като при това съществено изменение са претърпели „... не само детайли, но в известен смисъл, и основни представи в нея“. По найестествен начин този процес може да се раздели на три етапа.

През първия етап (1927–1948 г.), който може да бъде наречен етап на изграждане на теорията, основните усилия са били насочени към разпространение на методите на квантовата механика на релативистични системи с безкраен брой степени на свобода, т.е. на поледи системи. Голямата част от необходимите за решаване на тези проблеми технически средства са изобретени и предложени от Дирак. Покрай общата теория на преобразованията от едно представяне към друго (Proc.R.Soc.London, Ser.A 113,1927), в тази статия Дирак въвежда за пръв път и обобщена функция (функцията, без която е немислима съвременната квантова теория на полето) и правилата за боравене с такива функции. След това той предлага метода на вторично квантуване и т.нар. „многомерен формализъм“ (Phys.Z.Sowjetunion, 2 468, 1932), основен работен инструмент на релативистичните квантови изчисления до появяването на явно ковариантната формулировка на квантовата електродинамика в работите на С.Томонага, Ю.Швингер, Р.Файнман и Ф.Дайсън.

„Обаче главното препятствие по пътя на пренасяне на методите на квантовата механика в полевите системи се оказват не техническите трудности –

отбелязват Медведев и Ширков, а явно, необходимостта от преодоляване на психологическата бариера, противопоставяща двете форми на материя – частици и полета, представляващи от позицията на класическата физика напълно различни същности“. Фактически, проблемът на вълново-корпускуларния дуализъм е снет от Дирак още в работата от 1927 г., в която е установено, че „...хамилтониана, описващ взаимодействието на атома с електромагнитните вълни, може да се направи съвпадащ с хамилтониана на задача за взаимодействие на атом с ансамбъл от частици, движещи се със скоростта на светлината и подчиняващи се на статистиката на Бозе-Айнщайн ...“. В същата работа за пръв път възниква електромагнитно поле, удовлетворяващо уравненията на класическата електродинамика, но притежаваща квантовомеханични оператори, действащи върху шрьодингеровата вълнова функция, която в случая се нарича амплитуда на състоянието.

Обобщавайки резултатите от дейността на голяма група теоретици (Хайзенберг, Паули, Йордан, Фок, Ферми, Клейн, Вигнер и др.) Медведев и Ширков заключават: „... през тези 15-20 години се извършва мъчителен процес на създаване на новата фундаментална парадигма (и привикването с нея), в която класическите частици и полета започват да играят със свършено равни права като две различни прояви на един унитарен обект – квантовото поле. Новото разбиране на основното устройство на природата се създава от различни хора на малки късчета, които едва по-късно се събират в единна картина“.

Уместно е да отбележим, че този „мъчителен процес“ получава своя логичен край едва след 65 години в една публикация на Ширков (Preprint MPI-Ph, 92-54, 1992), в която, между другото, се отбелязва, че „квантовото поле“, активно използвано по време на създаването на квантовата теория на полето, е подразбирало първичност на класическото поле и вторичност на квантуването. Но това отразява само историческата последователност на възникване на тези термини, защото, както добре е известно, квантовата картина е по-адекватна на физическата реалност, докато класическата е само някакво нейно приближение. Затова се предлага да се замени „историческото подреждане“ на термините с логическата им определеност и по-нататък да се разглежда именно квантуваното поле като първична същност. Ако такова поле се преобразува по Ферми-Дирак, то в класическата картина съответства на концепцията за точкови частици, а ако се преобразува по Бозе-Айнщайн – на концепцията за класическо релативистично поле. При това, тук отново тържествува принципът, известен като „бръснача на Окам“: „същностите не трябва да се множат без необходимост“. На смяна както на полето, така и на частицата в класическата физика, се появява нова универсална същност – квантовото поле, към която се свеждат както първичните съставлящи на веществото, така и квантите, пренасящи взаимодействието между новите първоелементи.

Всъщност, своят съвременен облик квантовата теория на полето практи-

чески приема през вторият етап, който можем да датираме 1949–1964 г. Основният проблем през този етап става „борбата с разходимостите“, за чието неизбежно появяване пръв говори Еренфест, още веднага с появяването на статията на Дирак. Той посочва, че използването на представата за точковиден електрон неминуемо води до безкрайност на собствената енергия за нея. След пет години (Proc. R. Soc. London, A 136, 1932) Дирак формулира отчетливо причината за този феномен, наследена от класическата физика при взаимодействие на електрона с полето на излъчване: „... уравненията, определящи полето, пораждамо от електрона, са напълно определени и недвусмислени, но уравненията, определящи движението на електрона, изразяват неговото ускорение чрез полевите стойности в точката, където е разположен електронът, и именно тези полевеи стойности в класическата картина са безкрайни и неопределени“.

На следващата година на 7-ия Солвеевски конгрес (1933 г.) Дирак фактически изказва идеята за пренормировка на заряда, отбелязвайки, че в неговата теория външните товари трябва да поляризират вакуума, в резултат на което „... електричните товари, нормално наблюдавани за електрона, протона и другите електрически заредени частици, не са товарите, които действително притежават тези частици и които фигурират в фундаменталните уравнения, а са по-малки от тях“. Проведените от него изчисления за този нов физичен ефект водят до логаритмична разходимост на интеграла, чието обрязване на импулси от порядъка на 100 мс (което съответства на класическия радиус на електрона) дава „радиационна поправка“ към товара на електрона, намаляваща я примерно с 1/137 част. След още една година (1934 г.) Вайскопф показва, че собствената енергия на електрона при отчитане на дираковската вакуумна поправка е логаритмично разходима, така че при обрязване даже на шварцшилдовски радиус нейната добавка към „механичната“ маса остава малка.

Развитието на първоначалните опити за „борба с разходимостите“ вървеше по две направления. От една страна, Щюкелберг и Крамерс формулираха основната идея на метода на пренормировките: крайните стойности за наблюдаемите величини могат да бъдат получени чрез подходящо изваждане от безкрайните величини (на някаква характеристика) за свързания електрон на аналогична безкрайна величина за свободен електрон. Такъв подход позволява да се запази вкоренената представа за частиците като точки в геометричното пространство и за локалния характер на квантовата теория на полето. Блестящата реализация на тази идея с рекордна точност на съвпадение на теоретичните предсказания с експерименталните резултати беше направена от Швингер, Файнман и Дайсън в края на 40-те години. Обаче самата нестандартна методика на квантово-полевите пресмятания поставяше достатъчно строги математически изисквания.

И такива обосновани методики за пренормировка се появиха в резултат на задълбочен анализ на математичната природа на квантово-полевите безкрайности, основаващи се на теорията на обобщените функции на Соболев-Шварц. Изясни се, че разходимостите (от гледна точка на дадената теория) са отражение на неопределеностите в операциите на умножение на пропагаторите на точковите частици (които са обобщени функции) при съвпадане на техните пространствено-времеви аргументи. Н.Н.Боголюбов и учениците му (О.С.Парасюк, Д.В.Ширков и др.) развиха техниката на R-операциите: доопределяне на производението на причинните пропагатори по такъв начин, че във всички порядъци на теорията на пертурбациите да бъде обезпечена крайност на получените изрази. Така възникна представата за пренормируеми и непренормируеми модели на квантовата теория на полета, което стана още един критерий за подбор на съдържателни модели.

Максимално превъплъщение на идеологията на пренормировките и едновременно краен резултат на втория етап на развитие на квантовата теория на полето е създаването на ренормгруповия подход, основите на който бяха заложили в работите на Штюкелберг, Гел-Ман, Лоу и Боголюбов. Благодарение на метода на ренормгрупите за пръв път се появи възможност за излизане от рамките на слабата връзка и, на нейна основа, получаването на рекордни по точност резултати при изчисляване на радиационните поправки. Обаче, както отбелязват Медведев и Ширков „В резултат на всички описани изследвания се изгради някаква песимистична гледна точка за по-нататъшните перспективи на пренормируемите квантово-полеви теории. Предполагаше се, че качествено разнообразие на такива теории е нищожно – за всеки пренормируем модел всички ефекти на взаимодействие – при малки константи на връзка и умерени енергии – достигаме до ненаблюдаеми изменения на константите на свободните частици... За големите пък константи, или асимптотично големи енергии, съществуващата теория – пак независимо от конкретния модел – теорията беше неприложима. Единственото – наистина, блестящо удовлетворяващо от тези ограничения приложение към реалния свят оставаше квантовата електродинамика“.

Сега е моментът да си спомним и за другото направление в „борбата с разходимостите“, което избра за себе си Дирак, работейки фактически сам и в пълна самота. Изкайзвайки първоначалната идея за пренормировка на товара, той практически не взема повече участие в по-нататъшното развитие на тази идея. Нещо повече – нееднократно се изказва против развитието на квантово-полевата теория по това направление. Дирак настойчиво се опитва да намери решение на възникналите проблеми по пътя на отказ от представата за електрона като точковиден обект. В частност, в хода на неговите търсения възниква и теорията с индефинитна метрика, един от вариантите на която той излага в лекциите „Физическа интерпретация на квантовата

механика“ (Proc.R.Soc.London, Ser.A 180, 1942). Впоследствие такива теории намират многочислени приложения.

Известно е, че по този път Дирак не достига до забележими успехи в квантовата електродинамика, но предложените от него нестандартни идеи и подходи стават в по-голямата си част *основополагащи* в третия етап на развитието на квантовата теория на полето, за което ще разкажем в раздел 5.

**4.2 Уравнението на Дирак и основите на теорията на елементарните частици.** Следващия фундаментален резултат на Дирак е неговото знаменито релативистично уравнение на електрона, не разкрило и до днес всички свои качества както пред физиците, така и пред математиците. Един от първите директори на ЦЕРН В.Вайскопф в полубиографичната си статия „Как ние растяхме заедно с теорията на полета“ така оценява това събитие: „През 1928 г. Дирак публикува две статии, посветени на релативистичното уравнение на електрона. Това беше неговия трети забележителен принос в основите на съвременната физика (първият беше новата формулировка на квантовата механика, вторият – теорията на излъчването...)“. Освен че уравнението на Дирак удовлетворяваше принципа на относителността и вероятностната интерпретация на квантовата механика, то съдържаеше информация за полупространствения спин на електрона и неговия магнитен момент, както и позволяваше калибровъчно-инвариантно описание на взаимодействието на електрона с електромагнитното поле.

Наистина, при това електронът придобиваше нова степен на свобода – той можеше да преминава в състояние с отрицателна енергия. Това изглеждаше толкова непривично, че можеше да стане причина да се отхвърли всичко направено. Нека да напомним, че проблемът с отрицателните енергии, по същество в квантовата механика е наследство от специалната теория на относителността. Според формулата за релативистична енергия  $E^2 = m^2c^2 + p^2$ , така че енергията може да има както положителни, така и отрицателни стойности. С други думи, формално, енергията на частицата може да има всички значения от  $+mc^2$  до безкрайност, както и от  $-mc^2$  до минус безкрайност. В класическата теория, където траекторията на частица е непрекъсната, такъв проблем не възниква, защото притежаващата положителна енергия частица не може да премине в състояние с отрицателна енергия. В квантовата теория вероятността за такъв преход е отличен от нула, така че частицата може скокообразно, без да преминава през промеждутъчното състояние, да промени знака на енергията си.

Парадоксалността на следващите от това изводи не стресва Дирак. Той избира нов път – повярва в реалността на състоянията с отрицателна енергия, и основавайки се на принципа на Паули запълва всички нереални състояния с реални електрони. Съвкупността от такива състояния Дирак нарича „море“ или „океан, запълнен от електрони без граница за отрицателната им

енергия така че няма нищо прилично на дъно в този електронен океан“. Дирак счита, че електроните с отрицателна енергия не се наблюдават защото те образуват непрекъснат невидим фон, върху който протичат всички световни събития. Обаче, когато в „морето“ попадне енергичен светлинен квант, при определени условия той може да избие един от безкрайно многото „морски“ електрони. Освободеното място – „дупка“ ще има поведение на квази-частица с положителен товар.

Ситуацията се изменя, когато Дирак прави следващата крачка, предполагайки, че „дупките“ в електронното море трябва да се считат не за квази-частици, а за реални положително натоварени частици, които биха могли по принцип да бъдат наблюдавани експериментално като свободни обекти. Нека дапомним, че към края на 20-те години експериментално са известни само електроните, протоните и фотоните, така че по това време даже атомните ядра се считат за съвкупност от тясно свързани електрони и протони. Именно, изхождайки от съществуващите възможности, като кандидат за ролята на „дупка“ Дирак първоначално избира протоните. В резултат, известната по това време „физика на елементарните частици“ фактически се описва от едно единствено уравнение – всичко е просто и красиво.

Трябва да подчертаем, че предложената теория на „дупките“ не се възприема на сериозно от голяма част от физиците, а ако се разглежда от отделни теоретици, и те основно се занимават с нейното опровержение. Това обаче не разколебава Дирак и той продължава да я развива под названието „теория на електроните и протоните“, допускайки, че в последствие ще може да обясни вопиющата разлика в масите на електроните и протоните с особеностите на взаимодействието им в електронното море. В частност, още през 1930 г. той изчислява сечението за аниhilация на електрони и „дупки“, получавайки (както се изяснява по-късно) правилни стойности за сечението за аниhilация на електрони и ... неоткритите още позитрони.

През май 1931 г. в статията „Квантови сингулярности в електромагнитно поле“ (Proc.R.Soc. London, Ser. A 133) Дирак за пръв път показва, че съвместното прилагане на принципите на квантовата теория и теорията на относителността изисква на всяка заредена частица да съответства своя античастица със същата маса и противоположен електричен заряд. Затова ролята на „дупки“ относно електроните трябва да играят качествено нови обекти – антиелектрони, скоро след това наречени позитрони. Едновременно с това Дирак твърди, че трябва да съществуват и антиподи на протона – антипротони. Не са минали и две години, когато буквално на рождения ден на Дирак – на 2 август 1932 г. американският физик К.Андерсън обявява за откриването на позитрони в състава на космичните лъчи. (Антипротонът е получен на ускорителя в Беркли през 1955 г., а антинеутронът – след още една година, пак там).

Тези събития изискват известни коментари, и преди всичко за ролята на писмото на Р.Опенхаймер (Phys.Rev. 35, 1930) за утвърждаване на концепцията за позитрона. В нея се съдържа предварителна оценка за сечението на аниhilация на електрони и протони като процес, следващ от теорията на Дирак. Понеже получената оценка не съответства на наблюдаваната устойчивост на тези частици, Опенхаймер предлага: а) отказ от отъждествяването на дупките в електронния фон с протони; б) разглеждането на електроните и протоните като напълно независими частици; в) изключване на дупките с цялостното им запълване с електрони; г) компенсация на безкрайните отрицателният отрицателен товар на електронния фон с безкраен положителен товар, т.е. без дупки, запълвайки с протони нивата с отрицателна енергия на аналогичен протонен фон. По такъв начин, според идеята на Опенхаймер и за електроните, и за протоните дупки в съответните морета отсъстват и въобще не могат да се образуват по принцип. Затова и не може да протичат и процеси на аниhilация или раждане на частици за масивни частици. Единствените нестандартни частици с положителен товар, за чието съществуване може да се предполага въз основа на предположението на Опенхаймер, са протони в състояние с отрицателна енергия, но съвсем не и позитрони.

Освен това, нека отбележим, че и до днес в литературата се среща твърдението, че за откриването на позитроните е било необходимо космичните фотони да имат енергия над 1 МеВ. Тяхното сблъскване с ядрата е позволило наблюдаването на раждане на електрон-позитронни двойки, които в магнитно поле се отклоняват в противоположни посоки. В действителност, това изискване съвсем не е било задължително, защото пет години преди опитите на Андерсон са били известни събития, които сега се наричат „положителен бета-разпад на ядрата“. В тях позитроните се появяват сами и с всякакви малки енергии. Обаче тяхното „неправилно“ отклонение в магнитното поле се е тълкувало като движение на електроните „назад“, т.е. към източника.

Трябва да подчертаем, че нещата не се свеждат до самите позитрони. Фундаменталната идея, предложена от Дирак, която не винаги се взема под внимание, е принципната възможност за раждане и унищожение на частици с всякаква маса при съблюдаване на съответните закони за запазване. Разбира се, принципната възможност за взаимно превръщане на кинетичната енергия и енергията на покой следва от специалната теория на относителността, и голяма част от физиците от края на 20-те години са съгласни с нея. Но от това съвсем не следва признаване на допустимостта за изменение на броя и вида на частиците в елементарните процеси. С това обстоятелство, изглежда е било свързано и многогодишното съпротивление на признаването на фотона като едно от елементарните частици, защото фотоните са притежавали способността да бъдат излъчвани и поглъщани. В края на краищата за без-

масовите фотони се прави изключение. В същото време за частици с ненулева маса единственият потвърждаващ процес за взаимно превръщане на енергията служи само явлението на радиоактивност и най-простите ядрени реакции, които се интерпретират по аналогия с дисоциацията на молекулите и химичните процеси. Даже бета-разпадът първоначално се интерпретира по аналогия с йонизацията на атома. Другояче казано, количеството и вида на частиците с ненулева маса в началото и края на всеки процес се предполага един и същ, и става дума само за относително неголямо преразпределение на енергията при преходи на едни и същи частици от свързано в свободно състояние и обратно.

Постулирайки възможността за раждане и аниhilация на електрон-позитронни двойки (операторите за раждане и унищожение се появяват още в първата публикация на Дирак по квантова теория през 1925 г.), Дирак пръв предсказва процеса на взаимно превръщане на частиците с каква и да е маса, в това число и в процеси, в които енергията на покой на изходните частици се превръща напълно в кинетична енергия на крайните частици. Успеха на това предсказание оказва гигантско въздействие за по-нататъшното изменение на светоусещането на научната общност като цяло, защото в него следствията от специалната теория на относителността, обогатили квантовата теория, са доведени до логичния си край.

И накрая, да напомним, че предсказанието на Дирак за съществуването на антипротони, което днес изглежда почти тривиално, даже след откриването на позитрона, не намира съществена поддръжка сред по-голямата част от физиците. Работата е в това, че по това време са установени аномалните магнитни моменти на протона и неутрона и въпроса за приложимостта на уравнението на Дирак за тяхното описание остава открит (с всички произтичащи от това последствия).

Но Дирак не се смуцава от тези съмнения. Нобеловата си лекция той завършва с ново предсказание: „Ако застанем на гледната точка, че симетрията между положителните и отрицателни електрични товари е фундаментален природен закон, то ние трябва да разглеждаме като своего рода случайност, че Земята и, вероятно, цялата Слънчева система съдържа излишък от обикновените отрицателни електрони и положителни протони. Напълно е възможно във Вселената да съществуват и някои звезди, построени по друг начин, а именно – основно от позитрони и отрицателни протони. Разбира се, във Вселената трябва да има еднакъв брой от звездите от двата вида. Звездите и от двата вида ще имат напълно еднакви спектри и понастоящем няма начин те да бъдат различни по някакви астрономични методи“. За наблюдаването на някакви „антизвезди“ и понастоящем няма никакви указания, но за експерименталното наблюдение на антиматерия, започнато от Андерсен преди 70 години, има съществен прогрес. През август 2002 г., фактически

към 100-годишния юбилей на Дирак, международният колектив на проекта „ATHENA“ в ЦЕРН за пръв път получи десетки хиляди атоми антиводород, т.е. почти макроскопична доза антимаateria. По такъв начин, принципно е открит пътят за получаване на антимолекули, а по такъв начин – получаване на антимолекули, а след това и „антитечности“, „антикристали“ и т.н.

Заслужава да се добавят няколко думи за фундаменталната важност на тези идеи на Дирак. Разбира се, още от началото на 40-те години на XX век с потвърждаване на теоретични предсказания за нови частици – от мезоните на Юкава до t-кварка, никого не можеш да удивиш. Обаче в това отношение теорията на Дирак не е само първото успешно предсказание. В своя доклад на XIV Международна конференция по космични лъчи през 1975 г. Хайзенберг подчертава: „Същественото беше не самото откритие на още една, дотогава неизвестна, частица, съществено беше откриването на нова симетрия, спрегнатостта частица-античастица, тясно свързана с лоренцовата група в специалната теория на относителността, както и превръщането на кинетичната енергия на сблъскващите се частици в енергия на покой на новообразуваните частици и обратно“. Развивайки тази мисъл Ю.И.Козбарев отбелязва, че „... откритата от Дирак нова симетрия в природата се оказва съществена не само за фермионите. Нейната тясна връзка с релативистичната инвариантност по-нататък получи въплъщение в знаменитата СРТ-теорема, лежаща днес в основата на теорията на елементарните частици“.

По-нататъшната съдба на идеята на Дирак за „морето“ от електрони с отрицателна енергия е доста необикновена. В самата квантова електродинамика и по-широко – в квантовата теория на полето тя претърпя качествена еволюция. В крайна сметка беше въведено принципно ново понятие – физически вакуум, качествено различаваща се от класическото понятие за „пустота“. Вакуумът е напълнен с виртуални двойки електрони и позитрони, виртуални фотони, както и от виртуални двойки на другите фундаментални кварки. Те оказват влияние на свойството на реалните обекти, което се проявява в пренормировката на товара и масата им, в ефекти на поляризация, което впрочем, също е разгледано за пръв път от Дирак (Proc.Cambr.Philos.Soc. 30, 1934). Но и днес, независимо от всички модификации, изходната идея за дираковско море се оказва удивително жизнеспособно: тя се използва успешно, например, при интерпретацията на „аномалиите“ в квантовата теория на полето.

Обаче най-същественото развитие и многочислени приложения теорията на квазичастичните дупки намери в квантовата теория на полето. Тя лежи в основата на зонната теория на електронните спектри на полупроводниците, използва се в теорията на многоелектронните атоми и химичната валентност, в слоистия модел на ядрото и, накрая, в теорията на свръхпрово-

димостта. Фактически във всички физически системи, в които енергетичните спектри на фермионите има процеси на Ферми, представата на Дирак за „дупки-квазичастици“ се оказва изключително плодотворно.

Трябва да се каже, че такова бързо експериментално потвърждение на предсказаното от Дирак съществуване на античастици беше неочаквано. Защото буквално в навечерието на това събитие много известни теоретици (Ландау, Фок, Бор и др.), меко казано, не вярваха в такава безумна хипотеза. Даже остроумния и авантюристично настроен Паули, който сам по това време изказва хипотезата за съществуването на неутрино, в известната си обзорна статия по квантова механика (*Die allgemeinen der Wellenmechanik, Handbuch der Physik, Bd.2, 1933*) изразява ясно недоверие към предсказанието на Дирак: „Това е неудовлетворително още и за това, че в тази теория законите на природата са точно симетрични относно електроните и антиелектроните ... Не мисля, че този извод трябва да се разглежда сериозно“. Обаче гениалната интуиция на Дирак и неговата убеденост в ефективността на красивите математични резултати във физиката побеждават и този път. Това е триумф. В тази връзка Вайскопф подчертава: „Теоретичните предсказания относно новите фундаментални процеси и новите свойства на материята бяха направени още преди появяването на каквито и да са експериментални указания за това. Напротив, целият предишен опит противоречеше на симетрията между положителните и отрицателни товари“.

Откриването на позитрона като потвърждение на съществуването на фундаментална съставляваща на антиматерията произведе на широката публика впечатление, сравнимо с потвърждаването на резултатите от общата теория на относителността при наблюдение на отклонението на светлинни лъчи в полето на притегляне на Слънцето през 1919 г. Дирак, както Айнщайн по онова време, мигновено се превръщат в световни знаменитости, но това никак не се отразява на техния начин на живот и стил на научна работа. Наистина, всички очакват от него нови и бързи сензационни резултати. Такива обаче не се появяват. Продължава нормална рутинна научна работа, която, както днес ние разбираме, е ориентирана към далечна перспектива и затова остава въвн от сферата на текущото внимание, а понякога и разбиране, на колегите. Освен това, започва Втората световна война, а след нея – и ожесточената студена война. Интересът на научната общност към работите на Дирак започна постепенно да угасва.

Продължение в кн. 4/06

Превод: **Н. Ахабабян**  
„Успехи физических наук“, 2004, т. XLI

## МЕДИЦИНСКАТА ФИЗИКА В БЪЛГАРИЯ

Венцеслав Тодоров, Василка Часовникарова,  
Женя Василева, Милена Христова,  
Михаил Ганчев, Мишел Израел, Роберт Попиц

*Да се занимавам с физика аз мога само  
ако се занимавам и с медицина.*

**Хелмхолц (1821–1894), лекар и физик**

Развитието на медицината следва постиженията на природните науки и най-вече на физиката. Медицината е първата и най-широка сфера на приложение на физичните открития. Физиката предоставя на медицината мощен апарат от теории, експериментални методи и технически средства за изследване на физиологичните процеси в човешкото тяло на всички структурни равнища. При голяма част от диагностичните и при много от лечебните методи се използват физични явления и закономерности. Трудно е да си представим съвременната медицина без образната диагностика, без оптичния и електронния микроскоп, без многообразните приложения на лазерите в диагностиката и лечението. Физиката дава възможности за обективна оценка на въздействието върху човека на различни природни и техногенни фактори, важно за хигиената и профилактиката, за диагностиката и лечението. Затова медицинската физика е най-голямата област на приложната физика.

### **Медицинска физика и медицински физик**

Европейската федерация на организациите по медицинска физика (EFOMP) дава следните дефиниции: „*Медицинската физика е научна дисциплина за приложението на физичните принципи и методи в профилактиката, диагностиката и лечението. Медицинският физик е лице с университетска степен по физика, математика, компютърни науки, физикохимия, машинно инженерство, електроинженерство или електроника и др., който работи в тясно сътрудничество с медицинските специалисти в болници, университети или изследователски институти. В допълнение към университетската степен той трябва да има подготовка по принципите и методите на прилагането на физиката в медицината, както и практическо обучение в тази област*“ [3, 4].

Медицинската физика се развива бързо, което съответства на трайната тенденция за нарастване на ролята на физиката в медицината, превръщайки я в точна наука. Ето главните направления на медицинската физика, според класификацията на Международния съвет за научна и техническа информация (ICSTI) [5].

- Физика във висшите организми (механика в сърдечносъдовата система; реология; механика на дишането; свойства на биологичните тъкани и телесните течности; биомеханика; електрофизиология; физика в неврологията; сензори и пр.).
- Екология.
- Дозиметрия на физични фактори, въздействащи на човека.
- Физика в лечението с нейонизиращи лъчения.
- Дозиметрия на йонизиращите лъчения.
- Радиобиологичен ефект на различни структурни равнища.
- Мониторинг и контрол на облъчването с йонизиращи лъчения. Радиационна защита.
- Физика в лъчелечението. Оборудване за лъчелечение.
- Образна диагностика (рентгенова, радионуклидна, ултразвукова, магнитнорезонансна, термография). Оборудване за образна диагностика.
- Спектроскопия и микроскопия.
- Биоматериали.
- Изкуствени органи и системи.

Списъкът на направленията в медицинската физика непрекъснато се разширява с развитието на физиката и на медицината.

Медицинските физици са обособени в две големи групи:

- *Клинични медицински физици* – те работят в болниците като изпълнители и консултанти в диагностиката и лечението.
- *Преподаватели и учени* в университети, колежи, научноизследователски институти и лаборатории.

### Медицинската радиологична физика

Развитието на съвременната медицинска физика започва от медицинската радиология и най-вече от лъчелечението. Физиката в лъчелечението е хронологично първият раздел на медицинската физика и в България. За нейно начало може да се приеме откриването на рентгеновите лъчи през 1895 година и на естествената радиоактивност няколко месеца по-късно. Първите рентгенови снимки са направени в Германия веднага след откритието на Ръонтген, а първото рентгеново лечение при болна с рак на млечната жлеза – в края на януари 1896 година. През 1901 година Антоан Бекерел и Пиер Кюри откриват физиологичното действие на „радиоактивното лъчение“. Зачервяването на кожата у Мария Кюри и Антоан Бекерел при контакт с радиоактивни източници ги насочва към първите експерименти за изследване на лъчевите реакции. По същото време започват и опитите за лечение с радиоактивни източници с радий-226. Възниква идеята за разделяне на облъчването на части с цел намаляване на лъчевите реакции – днешното фракциониране на лечебната доза.

Нуждата от калибриране на радиоактивните източници, използвани за лъчелечение, става причина за назначаването на физици в по-големите лечебни центрове: в Радиевия институт в Париж начело с Мария Кюри, в Радиумхемет в Стокхолм с Ролф Сиверт, в Институт „Мария Кюри“ в Лондон с Едит Кимби и в Мемориал Хоспитал в Ню Йорк с Джоакино Фаилла. Тези първи медицински физици оставят трайни следи в медицинската радиологична физика.

През първите три десетилетия на XX век се развиват и измерителните методи за количествена оценка на облъчването, най-вече в медицината. Ханс Гайгер и Ърнст Ръдърфорд конструират уред за регистриране на отделни йонизиращи частици (1908), който съвместно с Мюлер е усъвършенстван до днешния Гайгер-Мюлеров брояч (1928). Чарлс Уилсън изобретява Уилсоновата камера за наблюдаване следите на заредени частици (1912). По идея на Уилям Браг, Стивън Грей разработва теорията за определяне на погълнатата доза чрез измерване на йонизацията с въздушна йонизационна камера, известна като „принцип на Браг и Грей“ (1929). Постепенно дозиметрията на йонизиращите лъчения се обогатява с химичните, сцинтилационните, полупроводниковите и термолуминесцентните детектори. През 1960 година Международната комисия по радиационни единици и измервания (ICRU) публикува първата стройна система величини и измерителни единици в областта на дозиметрията и радиометрията (Доклад 10а на ICRU).

За чест на българските учени, през 1921 година професорът медик Андрия Сахатчиев публикува своя разработка за „измерване на рентгеновите лъчи“ с помощта на модифициран от него фотометър [2]. Това е първата публикация в България по тема от медицинската физика. Първият медицински физик у нас Виктор Врански работи в областта на дозиметрията на йонизиращите лъчения. Той е и първият преподавател в страната по дозиметрия в медицинската радиология в курсовете за следдипломно обучение (СДО) за лекари и автор на първата книга на тема от областта („Основи на рентгеновата дозиметрия“, 1953). В увода на книгата авторът формулира ясно нейната задача: да по-могне на лекарите да заменят в своята работа емпиричния подход с научния.

Виктор Врански работи в периода на възход на рентгенологията, лъчелечението и радионуклидната диагностика в страната – втората половина на петдесетте години на миналия век. По това време са разкрити и лаборатории по дозиметрия и лъчезащита към онкологичните диспансери, нужни за тяхната диагностична и лечебна работа. Най-големи и водещи между тях стават лабораториите в Института за специализация и усъвършенстване на лекарите (ИСУЛ, сега МБАЛ „Царица Йоанна“) и в Научноизследователския онкологичен институт (НИОИ, сега НСБАЛО). Тези лаборатории стават мощни центрове за разработване и модифициране на лечебни методи, за обучение

на лекари и медицински физици по медицинска радиационна физика и радиационна защита и за методична помощ за радиологичната мрежа в страната. Техните сътрудници Иван Узунов, Владимир Пенчев, Михаил Ганчев, Роберт Попиц, Венцеслав Тодоров, Борислав Константинов, Здравко Бучаклиев, Цветана Наумова, Ханс Йорданов, Катя Иванова извършват огромна практическа и изследователска работа в областта на медицинската физика. Те са автори на голям брой научни публикации и на една дисертация. Роберт Попиц е автор и съавтор на четири книги по специалността. Високото равнище на компетентност на тези колективи сега продължават младите сътрудници на двете лаборатории. Професионализъм и компетентност са характерни и за медицинските физици от онкологичните диспансери в страната. Те имат своя дял в доброто ниво на лъчелечението в Стара Загора, Шумен и Пловдив.

Независимо че основната работа на медицинските физици в радиологията е лъчелечението, те участват и в радионуклидната диагностика и са ръководещи и отговорници по лъчезащитата в своите болници. Изобщо за ранния период в развитието на медицинската радиология в страната за тях е наложително да бъдат компетентни и в трите ѝ раздела. Но щат за медицински физици и има само в болниците, които разполагат със звена за лъчелечение.

Досега участието на медицинските физици в рентгенологията е символично. То се свежда предимно до контролиране на лъчезащитата в рентгеновите отделения и спорадични научни изследвания. Медицинските физици нямат пряко участие в диагностичния процес, в контрола на качеството на образа и на състоянието на рентгеновите уредби, не измерват и не контролират облъчването на пациентите. Терминът *осигуряване на качеството (quality assurance)* е все още недостатъчно познат и осмислен. Голяма част от лекарите рентгенолози не разбират нуждата от системните дейности по осигуряване на качеството, предназначени за постигане на максимална диагностична информативност на рентгеновите изследвания при минимално лъчевото натоварване на пациента и най-ниска цена. Това състояние на медицинската физика в рентгеновата диагностика контрастира на световната тенденция за ограничаване на облъчването на пациентите – основен източник за надфоновото облъчване на населението.

През последните около трийсет години в България се разви и модернизира образната диагностика. Сега страната разполага с необходимия брой конвенционални рентгенови уредби, около 40 компютър-томографа, вкл. най-модерни, и 10 ангиографа. За съжаление в здравната мрежа преобладават старите и амортизирани уредби.

У нас са създадени 25 центрове за радионуклидна диагностика, в които работят 6 SPECT и 10 планарни гама-камери. Първите са най-широко използвани.

званите уредби в света за *in vivo* радионуклидна диагностика. Общият брой на гама-камерите отговаря задоволително на нуждите на страната. До момента в страната няма позитронно емисионни томографи (PET), смятани за по-информативни при редица заболявания и особено при ранната диагностика на рака. Основната причина за това е високата им цена, тъй като тяхната работа изисква задължително и малък ускорител за получаване на краткоживеещи бета-плюс радионуклиди.

Състоянието на медицинската физика в рентгеновата диагностика е лошо и незадоволително в радионуклидна диагностика. В тези големи раздели на радиологията работят крайно ограничен брой медицински физици. Най-много такива специалисти са в лъчелечението (около 35). Значителна част от тях имат магистърска степен по медицинска физика и общо добра теоретична и практическа подготовка, а малък брой се обучават по системата на СДО по медицинска радиологична физика.

Важна стъпка в институционализирането на работата на медицинските физици в радиологията в България е Наредба № 30 „За реда и условията за осигуряване защита на лицата при медицинска облъчване“ [2]. В нея се регламентира минималният брой медицински физици за дейностите по осигуряване на качеството и радиационната защита в лъчелечението и в радионуклидната и рентгеновата диагностика. Предстои нейното прилагане в радиологичната мрежа в страната, което неизбежно ще стане през следващите години. Сега на изискванията на Наредбата отговаря само броят на медицинските физици в лъчелечението. Наредба 30 е първият официален национален документ от такова естество, който, надяваме се, поставя началото на регламентирането на статута на медицинските физици и в други области на медицината.

### **Медицинската физика в радиобиологията и радиационната защита**

Голяма е групата на медицинските физици в Националния център по радиобиология и радиационна защита (НЦРРЗ) към МЗ. Центърът води началото си от създадената през 1955 година Научноизследователска група към Катедрата по рентгенология на бившия ИСУЛ. През 1959 година към Института по охрана на труда и професионални заболявания е разкрита Лаборатория по радиационна трудова хигиена. През 1960 година на базата на тази лаборатория, със заповед на Министъра на здравеопазването, е създадена Научноексперименталната радиологична база (НЕРБ). Една от първите важни задачи на НЕРБ е отразена в разработения първи за страната „Правилник за организацията и контрола на лъчезащитата в НРБ“ (Георги Василев, Атанас Караджов). За изпълнение на регламентираните в Правилника дейности са създадени 10 отдела по радиационна хигиена към регионалните хигиенно-

пидемиологични институти (ХЕИ). На базата на НЕРБ, през 1963 година се учредява Научно изследователския институт по радиобиология и радиационна хигиена (НИРРХ) към МЗ. През следващата година НИРРХ изгражда Републиканска система за индивидуален дозиметричен контрол. С обособяването на Медицинската академия през 1972 г., Институтът е включен в нейната структура с ново име, променено по-късно при разформироването на Академията на сегашното НЦРРЗ.

Основните задачи на НЦРРЗ, от създаването му досега са разширявани и обогатявани с нови в съответствие с развитието на радиобиологичната наука и радиационната защита. Първоначално се разработват и внедряват биологични методи за оценка на ефектите от йонизиращите лъчения върху живите организми, включително и на клетъчно ниво, както и методи от радиационната хематология. Прави се дозиметрия на рентгеновото лъчение и се изследва неговото въздействие върху пациентите и персонала. В радиационния контрол се въвежда апаратура за дозиметрия и радиометрия. Едновременно с това се разработват и обнародват нормативни актове, регламентиращи структурите и задачите на контролните органи по радиационна защита, нормите за радиационна безопасност, защитата при различни дейности с източници на йонизиращи лъчения и др. Основните нормативни актове са издадени в периода 1972-1975 година. Скок в нормативната уредба е Законът за здравето (2005 г.), в който за първи път е обособен раздел „Защита от въздействието на йонизиращи лъчения“ и от него произтичат осем специализирани подзаконовни нормативни актове в областта на радиационната защита (Милена Христова, Жена Василева). В пет от тях се транспонира законодателството на Европейския съюз, а два са свързани косвено с това законодателство.

В резултат на международното сътрудничество на НЦРРЗ и на контактите със сродни институти от чужбина са въведени в експлоатация:

- о първият в страната целотелесен брояч, построен с финансовата помощ на Международната агенция по атомна енергия (ИАЕА) (1972, Георги Филев);
- о мощен облъчвател „РХМ-гама-20“ (Атанас Караджов, Велико Великов);
- о уникален радиобиологичен гама облъчвател „ИГУР-1“, разработен от Института по биофизика в Москва (1976, Атанас Караджов, Велико Великов).

Значителен успех за НЦРРЗ представлява участието в експеримент „Доза-Б“ по програмата Интеркосмос, свързан с пилотираните космически полети. Центърът се включва много активно в изследването и ограничаването на радиационните последици от радиационната катастрофа в Чернобил (Георги Василев, Атанас Караджов, Велико Великов, Здравко Паскалев, Милена

на Христова, Тодор Петков, Виктор Бадулин, Роза Златанова, Евелина Хаджидекова).

НЦРРЗ участва като водеща за страната институция в международни проекти по присъединяването на България към ЕС:

- Туининг проект по PHARE „Радиационна защита и безопасност при използване на йонизираща радиация в медицината“ (2002–2004). Изпълнението на проекта поставя организационните и нормативните основи за практическото приложение на Директива 97/43 Евратом и Наредба № 30 на МЗ за условията и реда за осигуряване на защитата на населението при медицинско облъчване. По проекта безвъзмездно е доставена измерителна апаратура за контрол в рентгеновата и радионуклидната диагностика за 2 млн. евро (Борислав Константинов, Жения Василева, Атанас Славчев, Асен Димов, Атанас Караджов, Велико Великов, Здравко Паскалев, Мими Павлова, Иван Найденов, и външните за НЦРРЗ медицински физици Венцеслав Тодоров, Михаил Ганчев, Здравко Бучаклиев, Фани Йорданова, Елена Богоева, Росен Русев, Капка Антонова).
- Проект по PHARE за осигуряване на качеството на водите, предназначени за питейни и битови цели (в процес на изпълнение) (Виктор Бадулин).
- Проект по PHARE за осигуряване на радиационната защита при диагностиката и лечението с източници на йонизиращи лъчения (Жения Василева, Асен Димов, Атанас Славчев).

Отговорността на НЦРРЗ нараства с разширяването на дейността по осигуряване на качеството в медицинската радиология, една от задачите на което е намаляването на облъчването на българското население при медицинско използване на йонизиращите лъчения.

Разнообразната и активна научна дейност на медицинските физици в НЦРРЗ е документирана с участието в много научни форуми у нас и в чужбина и с множеството публикации в наши и чужди издания (Георги Василев, Здравко Паскалев, Атанас Караджов, Георги Филев, Милена Христова, Виктор Бадулин, Тодор Петков, Велико Великов). Защитени са осем дисертации на теми от областта на радиобиологията и дозиметрията на йонизиращите лъчения и радиационната защита.

Много интензивна учебна дейност съпътства НЦРРЗ през повече от 40-годишното му съществуване. Всички работещи в системата на държавния здравно-радиационен контрол са преминали индивидуално или групово обучение по различни аспекти на радиобиологията, медицината на бедствените ситуации и радиационната защита. Центърът е база за СДО по специалностите „Радиационна хигиена“, „Радиобиология“, „Медицинска радиологична физика“. НЦРРЗ участва и в следдипломното обучение (СДО) по „Хигиена

на храненето“ и „Комунална хигиена“, в програмите на които са включени въпроси от радиобиологията и радиационната хигиена. Центърът е лицензиран от Агенцията за ядрено регулиране (АЯР) за обучение на лица с медицинско и немедицинско образование за придобиване на правоспособност за работа с източници на йонизиращи лъчения (Георги Василев, Здравко Паскалев, Атанас Караджов, Любен Йончев, Милена Христова, Борис Иванов, Мими Павлова, Жена Василева, Асен Димов).

### Медицинската физика в областта на физичните фактори

Група от около 10 медицински физици работят в Националния център по опазване на общественото здраве, НЦООЗ (бивш Национален център по хигиена, медицинска екология и хранене, НЦХМЕХ). Тяхното звено, до 2002 година Лаборатория по медицинска физика към НЦХМЕХ, сега отдел „Физични фактори“, извършва разнообразна дейност в областта на *нейонизиращите електромагнитни лъчения (НЙЕМЛ), осветлението, шума и вибрациите, факторите на околната среда (температура, влажност и скорост на движение на въздуха)*. Тази дейност може да се систематизира в следното:

- o измервания и оценка на физичните фактори в работната и в околната среда;
- o разработване, адаптиране и усъвършенстване на методи за измерване, оценка и контрол на физични фактори;
- o разработване и прилагане на експозиционни и дозиметрични методи, критерии и подходи при енергийно въздействие на физичните фактори върху човека;
- o техническо осигуряване на опитните постановки и дизайн за изследванията на въздействието на физичните фактори на работната и околната среда;
- o разработване на нормативни документи за провеждане на изследванията на въздействието на физичните фактори;
- o участие в изработването на нормативни документи за нормиране в областта на хигиената на физичните фактори;
- o оценка на риска от въздействието на физичните фактори върху човека;
- o създаване и реализиране на национални програми по комуникация и управление на риска от НЙЕМЛ;
- o методична помощ и организиране на програмни колективи и комитети на работещите в областта на НЙЕМЛ в страната;
- o научноизследователска работа в областта на физичните фактори и здравето на човека – научни разработки, ръководство и изпълнение на дипломни работи и докторати, организиране и провеждане на национални и международни научни форуми в България, участие в национални и международни научни форуми;

- образователна и просветна работа в областта на физичните фактори и здравето на човека – семинари, конференции и пресконференции за специалисти, занимаващи се с контрол на физичните фактори на средата;
- провеждане на изследвания в областта на безопасността на медицинския персонал и населението при въздействието на физични фактори;
- оценка на нови изделия, технологии и съоръжения, свързани с емисии на вредни фактори за човека и средата;
- пускане в експлоатация на нови апарати и съоръжения за измерване и контрол на физичните фактори в здравните заведения;

Отделът „Физични фактори“ е референтен орган за страната за прилагане на Европейските изисквания за качество и разработва национални критерии за това. Като звено по медицинска физика, той оказва съдействие на различни организации и структури за снабдяване с апаратура за медицински изследвания и контрол (напр. ХЕИ, сега РИОКОЗ), осигурява метрологично санитарно-хигиенната мрежа на МЗ, консултира и подпомага медицинските специалисти при работата им в областта на безопасността на труда и трудовото законодателство. Отделът работи в тесен контакт и участва в съвместни проекти на Министерството на околната среда и водите (МОСВ) и на неговите регионални звена. Ръководителят на Отдела Мишел Израел е национален координатор по проблемите на НЙЕМЛ към Световната здравна организация (ВНО).

Активната научна работа на сътрудниците на Отдела „Физични фактори“ е представена в голям брой научни и публикации у нас и в чужбина. Успешно са защитени 4 и се разработват в момента 2 докторантури. Ето някои от по-значимите научни постижения:

- Въвеждане на Европейското законодателство в областта на физичните фактори и тяхното въздействие върху човека, включително при магнитно-резонансната диагностика, физиотерапията, медицинското приложение на ултразвук и при други диагностични и лечебни методи (Мишел Израел, Милчо Вацов, Михаела Иванова, Петър Чобанов, Виктория Зарябова).
- Усъвършенстване в национален мащаб на контрола на физичните фактори в работна среда и в населени места (Мишел Израел, Милчо Вацов, Михаела Иванова, Петър Чобанов).
- Въведена е европейска система по качество в изследванията в областта на физичните фактори, която се мултиплицира в различните изследователски лаборатории и органи за контрол в цялата страна.
- Направена е оценка на риска при различни професии, свързани с емисии на нейонизиращи лъчения, както и на други фактори, синергично действащи върху човека, като са разработени програми за управление на риска, довели до подобряване на условията на труд (Мишел Израел и специалисти от НЦООЗ).

- Събрани са национални бази данни за източници на физични фактори, въздействащи неблагоприятно върху здравето на работещите и населението (Мишел Израел, Теодора Тropicheva и специалисти от НЦООЗ);
- Разширено е обучението на млади медицински физици в областта на физичните фактори: изготвени са програми за обучение за бакалавърска и магистърска степен, дипломни работи и дисертации; увеличен е интересът на млади специалисти за научна и практическа работа в областта на медицинската физика и на въздействието на физичните фактори върху здравето на човека (примери: Цветелина Шаламанова, Михаела Иванова, д-р Любина. Веселинова – ВМА, Любомир Трайков – МУ, Маргарита Кузманова – СУ „Св. Климент Охридски“, специалисти от Техническият университет-София); увеличен е интересът към магистърската степен на университетско образование по медицинска физика, както и за СДО по медицинска санитарна физика.
- С участието на Отдела се разработват програми и проекти за опазване на здравето на населението от вредното действие на физични фактори. Част от тези програми са международни и се финансират от НАТО, WHO.

Друго направление за работа на медицинските физици е *медицинската климатология*. Тя е раздел от медицината за приложение на природните физични фактори за профилактика, лечение и възстановяване. Нейната история е от много стари времена, когато жизненият опит насочвал хората да използват за лечебни цели заобикалящите ги природни фактори, например слънчевите лъчи и морските вълни. Модерните имена на лечебното приложение на тези два фактора са *климатолечение* и *таласотерапия*.

Развитието на медицинската климатология в България започва от 1949 година със създаването по инициатива на метеоролога акад. Любомир Кръстанов на Сектор по хуманна биоклиматология към Научноизследователския институт по хидрология и метеорология. Няколко години по-късно е разкрит и Кабинет по медицинска климатология към Научноизследователския институт по курортология и физиотерапия (НИИКФ) в Овча Купел. Пионери в биоклиматичните научни изследвания в този ранен период са д-р Иван Боров, Васил Маринов, Киро Киров и Вера Петканчин. През 1961 година в НИИКФ е сформирана Секция по медицинска климатология с ръководител Васил Маринов, в състава на която първоначално влизат двама научни сътрудници – физиците Василка Часовникарова и Георги Петрунов и лекарите д-р Иван Ангелов и д-р Тодор Карагеоргиев. За развиване на широкоспектърна научноприложна дейност през следващите години се създават единствените в страната планински научноизследователски и лечебно-профилактични бази в Рила – в местностите „Куртови ливади“ (1870 м.н.в.) и „Саръгьолска поляна“ (2000 м.н.в.) (съвместно с Кожна клиника към Медицинския уни-

верситет в София). Сътрудничеството със Санаторно-курортния отдел на Министерството на здравеопазването (МЗ) дава възможност за използване за научна цел и на редица санаториални заведения на МЗ във Велинград, Сандански, Мелник, Карловското село Баня, Варна и др.

В базата „Куртови ливади“ е разкрита метеорологична станция за непрекъснато автоматично измерване и регистриране на основните физични фактори на въздуха, на неговата йонизация и на спектралния състав на ултравиолетовата слънчева радиация. Организирана е и лаборатория за биохимични изследвания, открит и закрит климатичен биотрон за мелиорация на микроклиматичните условия за научни цели.

Използването на съвременни методи за изследване – функционални, клинични, патофизиологични, електронно-микроскопски, радионуклидни, статистически и др. – дават възможност на сътрудниците на Секцията по медицинска климатология, с много активна и всеотдайна работа, да постигнат значими научни резултати за изясняване на механизма на действие на факторите на околната среда в средно-високата планина и на морското равнище върху организма на човека при адаптацията му към климата, храненето и движението. Чрез математично моделиране са получени алгоритми за количествена оценка на процеса на адаптация и е доказана възможността този процес да бъде управляван чрез дозирано използване на природните фактори. Изработени са научно обосновани критерии, сезонни индикации, показания и противопоказания, методи и дозиране за нуждите на климатопрофилактиката, климатолечението и възстановяването. Разработени и апробирани са климатодвигателни режими и рехабилитационни програми при широк кръг заболявания за различни възрастови групи.

Основа на научните изследвания на сътрудниците от Секцията е разработената от Васил Маринов методология за оценка на термоенергетичната характеристика на въздушната среда чрез топлинните загуби чрез изпарение от повърхността на кожата, известна у нас и в чужбина като „метод на парния натиск“.

Резултатите от големия брой изследвания през многогодишната активна научна и приложна дейност на Секцията са в основата на разработената концепция за генерална оценка на биоклиматичните ресурси на България. На база на доказаното физиологично въздействие и клинична значимост на природните фактори, както и на регламентираните биоклиматични критерии, е направена категоризация на курортите и курортните местности според личния потенциал и тяхната лечебно-профилактична значимост. Отпечатан е първият в страната „Картографски атлас на България“ в две части: „Балнеолошко райониране“ с автори Константин Щерев и Димо Караколев и „Физиолого-климатично райониране“ от Васил Маринов и Василка Часовникова. Атласът е представен през 1973 година в Копенхаген, Берлин и Виена

по време на „Дните на българската наука и техника“ и получава много висока оценка от специалистите от Европа, Русия и САЩ. Атласът е цитиран в много публикации у нас и в чужбина. Той има огромно значение за вътрешния и международния медицински туризъм в България.

Важен резултат от близо 30-годишната работа в Секцията по медицинска климатология е големият брой научни публикации и участия в научни форуми у нас и в чужбина и защитата на 19 докторски дисертации. През периода на най-интензивна работа в областта на медицинската климатология, в тази област на медицинската физика у нас са били заети около 12 учени и специалисти. Много успешната и ползотворна работа на Секцията по медицинска климатология към НИИКФ е прекъсната чрез чужди на научната логика и на икономическите интереси на страната преобразувания, завършили със съкращаването на Секцията през 2000 година. Бившият НИИКФ, сега търговско дружество СБФТР – ЕАД, е превърнат в незначителна крайградска болница. Ликвидирана е институция, създала известна и в света научна школа по медицинска климатология, изградила основите на вътрешния и международния медицински туризъм в страната. Жалко, че единственият действащ „наследник“ на Секцията Красимира Румчева (дъщеря на проф. Васил Маринов) вече повече от десет години е ръководител на Сектор организъм-среда към Техническия университет в Пърт, Австралия.

Медицинската физика в България се бори да заеме своето място в медицинската наука и практика, което има голямо значение за повишаване на равнището на медицината в страната. Това изисква висок професионализъм и активност от страна както на медиците, така и на физиците.

Своеобразен израз за значението на физиката за медицинската наука и практика са *Нобеловите награди по физиология или медицина*, присъдени на медицински физици: на американката Розалин Ялоу за радиоимунологичния анализ – основа на радио-нуклидната диагностика *in vitro* (за 1977); на Годфри Хаунсфийлд и Алън Мак Кормак за рентгеновата компютърна томография (за 1979); на Питър Мансфийлд и Пол Лотърбър за магнитно-резонансната диагностика (за 2003). Да не забравяме и физика Франсис Крик, носител на същата Нобелова награда за 1962 година (заедно с Д. Уотсън и М. Уилкинс) за откриване на молекулната структура на нуклеиновите киселини.

По-дълъг е списъкът на *Нобеловите награди по физика* на физици за постижения, свързани с медицината. Ето само някои от тях. Първата и третата награда – за 1901 и 1903 година – са присъдени на Вилхелм Ръонтген за неговите „Х-лъчи“ и на Антоан Бекерел, Мария и Пиер Кюри за откриването на естествената радиоактивност. Следва Чарлс Баркла, също за откритие в областта на рентгеновите лъчи – на характеристичното лъчение (за 1917). Енрико Ферми става Нобелов лауреат за получаването на изкуствена радиоактивност при бомбардирането с топлинни неутрони (за 1938), а Ото Щерн – за

откриването на магнитния момент на протона, използвано след откриването на ядрения магнитен резонанс от Феликс Блох и Едуард Пърсел (Нобелова награда за 1952 година) за създаването на магнитно-резонансната диагностика. Следва наградата на Николай Басов, Александър Прохоров и Чарлс Таунс за 1964 година за реализиране на гениалното прозрение на Алберт Айнщайн от 1917 година за възможността за осъществяване на инверсна населеност на енергийните нива в атомите – основа на лазера.

Немалко знаменити физици са носители на Нобелова награда по химия също за постижения, използвани в медицината. Това не е случайно, защото химичните и физичните научни изследвания в полето на медицината имат общи задачи. Ще припомним само имената на Ърнст Ръдърфорд (за изследване на радиоактивните вещества, 1908), Фредрик Соди (за изследванията на радиоактивните изотопи, 1921), Фредерик и Ирен Кюри (за откриване на изкуствената радиоактивност, 1935).

Медицинските физици у нас са обединени в Българското дружество по биомедицинска физика и инженерство (БДБМФИ). Дружеството е основано през 1971 година и е едно от най-старите в света между сходните национални организации. Броят на неговите членове е достигал над сто, като сега варира около шейсет. БДБМФИ е колективен член на основаната през 1963 година Международната организация по медицинска физика (IOMP), на EFOMP и на Международната федерация по медицинско и биологично инженерство (IFMBE). Дружеството развива активна и разнообразна дейност: организиране на научни форуми, обучение и специализации на членовете у нас и в чужбина, представяне на книги и дисертации, консултации по различни проблеми на обучението и статута на медицинските физици. В неговите научни конференции участват учени от редица страни от Европа и САЩ. Дружеството поддържа контакт с IOMP, EFOMP, Европейския съюз, IAEA, от които редовно получава подкрепа.

### Литература

1. Наредба № 30 „За реда и условията за осигуряване защита на лицата при медицинско облъчване“. ДВ, брой 91/15.11.2005.
2. Сахатчиев, А. Действието на рентгеновите лъчи в зависимост от силата на приложения към тръбата ток. Сп. на БАН, кн. XXI (1921 г.), 51.
3. EFOMP Policy statement No. 1: Medical Physics Education and Training: The Present European Level and Recommendations for its Future Development, 1984.
4. EFOMP Policy statement No. 2: The Roles, Responsibilities and Status of the Clinical Medical Physicist, 1984.
5. International Council on Scientific and Technical Information. The Physics and Astronomy Classification Scheme® (PACS®), [www.aip.org/pacs](http://www.aip.org/pacs)

*Представяме ви интервюто (с известни съкращения) интервю на проф. Лорънс Крос, декан на физическия факултет на Университета на Западния резервен район пред кореспондентката на Scientific American Клаудия Драйфъс.*

*Проф. Крос е физик, известен с оригиналните си идеи и автор наняколко научно популярни бeссeлъра с многомилионен тираж, преведени на много езици (без български).*

## **ОТ КАКВО СЕ БЕЗПОКОЯТ ФИЗИЦИТЕ ДНЕС?**

### **Какво безпокои днес физиците най-много?**

Днес пред нас стоят три съществени въпроса: каква е природата на тъмната енергия, как се съгласува изпарението на черните дупки с квантовата механика и, накрая, съществуват ли допълнителни измерения? Всички те са свързани помежду си и изискват преразглеждане на възгледите на квантовата теория на гравитацията. Непременно трябва някой да изкаже съвършено нова идея. Трудно е да се предскаже кога ще стане това. Но и през 1904 г. не можеше да се предвиди, че година по-късно ще се появи забележителната теория на Айнщайн.

Мисля че тези въпроси ще бъдат решени по-скоро теоретично, отколкото експериментално, защото засега не можем да провеждаме експерименти, чийто резултати биха ни помогнали да намерим правилния отговор. Готов съм да се обзаложа, че решението няма да бъде в рамките на нито една от известните ни днес теории, включително и теорията на струните.

### **Нима теорията на струните не оправда очакванията?**

Не е точно така. Но аз смятам, че нейното време отмина. И теорията на струните и примковата квантова гравитация израстнаха от математическите трудности на общата теория на относителността.

Когато се опитваме да изследваме физичните явления при все по-малки мащаби, гравитацията започва да действа все по-лошо и по-лошо. В крайна сметка се получават безкрайно големи стойности. Почти всички опити за изграждане на квантова гравитация се свеждат до обяснението на природата на тези безкрайности. В теорията на струните и в примковата квантова гравитация тази трудност се преодолява „челно“: разстояния, по-малки от някаква величина направо се изхвърлят и не се разглеждат. Тези теории се основават на предположението, че частиците не могат да се намаляват до нулеви размери и да се превръщат в точковидни обекти – известен и верен

път за избяване от безкрайности. Според мен, главното различие между двете теории е това, че теорията на струните е значително по-богата интелектуално и математически. Наистина тя не се справи с множество физични проблеми, но затова пък вдъхнови учените за цял ред интересни математични открития. Струва ми се че примковата квантова гравитация не даде и това.

**Вие твърдите, че теорията на струните действително не доведе до нищо?**

Нито теорията на струните, нито примковата квантова гравитация не помогнаха за решаването на основните физични проблеми, сред които аз бих отделил съществуването на загадъчната тъмна енергия. Теорията на струните ни подари идеята за множествеността на световите и допълнителните измерения, понеже тя се основава именно на тях. Отначало в нея имаше цели 26 допълнителни измерения, след това те се сведоха до 10, но нашата Вселена е четимерна (три пространствени измерения плюс времето) и бяха изразходвани много сили, за да се обясни ненаблюдаемостта на допълнителните измерения. Даже някои се опитваха да превърнат недостатъците в достоинство, заявявайки, че допълнителните измерения все някога могат да бъдат установени.

**Вие неотдавна завършихте книга за паралелните вселени. Мислите ли, че те съществуват?**

Бих отговорил така: паралелните светове представляват завлавяваща за младите учени област на физиката. Но допълнителните измерения – според мен, едва ли. Предполагаемите модели на паралелните вселени не се съгласуват съвсем с това, което знаем от физиката на елементарните частици за обединяването на природните сили. Колкото и да е привлекателна идеята за съществуването на голям брой допълнителни измерения, тя по-скоро е невярна. Впрочем, времето ще покаже.

**Защо решихте да напишете книгата „Физиката на Звездния път“?**

Всичко започна с шега. През 1993 г. завърших книгата си „Страх от физиката“ (Fear of Physics), и с редакторката си обсъждахме темата на следващата ми книга. В разговора тя спомена, че дъщеря ѝ е луда по фантастичните сериали и се засмя: „Какво ще кажете за физиката в „Звездния път“? („Звездния път“ – известен американски телесериал – бел. прев.)

Отначало реших да напиша за телепортатор, който може да разложи обекта на атоми, почти мигновено да ги пренесе на друго място и там отново да възстанови обекта. Как да се създаде такова устройство? В края на краищата съставих списък на всички феномени от „Звездния път“, които биха могли да заинтересуват читателя и да го наведе на размишления за физиката на тези процеси. Ако хората харесват фантастиката, навярно ще им бъде любопитно да се запознаят с наука, която е хиляди пъти по-удивителна!

Разказах за измислени устройства, които няма да работят, но им показах

и още по-интересни неща, възможни в нашата Вселена. Днес науката ни предлага такива идеи, каквито не би измислил никой фантаст. Например, сега аз се занимавам с космическа антигравитация: никой не разбира откъде празното пространство може да черпи енергията си. В света няма нищо по свръхестествено!

### Защо?

Ако попитате дете колко енергия има в абсолютна пустота, той най-вероятно ще отговори: „Никаква“, защото това е и разумният отговор. Но ние сме убедени в обратното: ако всичко се премахне, все пак ще остане нещо...

Нещо повече – ако в празното пространство има макар и малко енергия, то по законите на физиката там може да има и много повече. Възниква въпросът: какво количество енергия притежава празното пространство, така де се каже, „по природа“? Според нашите представи за гравитацията и квантовата механика, пространството трябва да съдържа примерно 120 порядъка (!) повече енергия, отколкото се установява по експериментален път. Засега е неизвестно как да се обясни такова чудовищно разминаване между теоретичните оценки и експерименталните данни. Това е най-свръхестественият и затова и най-завладяващият физичен проблем.

**Днес неголям брой известни учени се занимават с обществена дейност. Преди половин век журналистите никога не пропускаха възможността да разпитат Айнщайн за неговите възгледи за множество различни проблеми – от ядреното разоръжаване до ционизма. Какво мислите Вие – защо представители на научните общности престанаха да взимат активно участие в обществения живот?**

Считам, че покрай научните изследвания учените трябва непременно да се занимават и с популяризацията на своята дейност. Ние живеем в общество, където невежият във въпросите на науката човек може да счита себе си за интелигентен. Но така не е било по-рано: в началото на ХХ век интелигентността е подразбирала способността за обсъждане на съвременните научни проблеми. Днес в списания, които вероятно се списват за мислещи хора, може да се срещне отзив за научна книга, в която рецензентът без ни най-малък срам пише: „Потресаваща работа! Не разбрах ни една дума“. Но ако беше статия за публикация на Джон Кенет Галбрейт, едва ли журналистът щеше да си позволи да оповестява своята икономическа безграмотност.

**Как стана така че невежествеността в науката стана приемливо за обществото?**

На всички е известно, че в много училища научните дисциплини се преподават извънредно лошо, а някои преподаватели нямат и основна научна подготовка. Бях в шок, когато разбрах, че учителката на дъщеря ми не може ясно да изложи най-елементарни научни понятия. Според мен това е типично

чен пример. С всеки ден науката става все по-езотерична и затова трудно се възприема от хората.

Няма да твърдя, че това е нещо ново, като отбележа, че след Втората световна война американските учени се превърнаха в изолиран елит. Аурата на секретност им позволи да си затварят очите пред гражданската отговорност. Представителите на науката се превърнаха в своеобразна каста.

До 1970-та година много от американските учени даже не се замисляха за значението на контактите с обществото. В онези добри стари времена държавата не пестеше пари за науката. Еуфорията завърши през 1993 г., когато конгресът погребва тексаския свръхпроводников суперколайдър на насрещни снопове. Стана ясно, че физиците правят някои неща не както трябва.

Ние не успяхме да убедим данъкоплатците – и даже някои наши колеги, че за построяването на този свръхпроводников ускорител заслужава да се похарчат още няколко милиарда. Най-накрая учените разбраха: за да получат пари за своите изследвания, те трябва да обяснят на широката публика за какво са нужни те. Аз, например, предпочитам да разказвам на хората как прогресът на науката е свързан пряко с техния всекидневен живот.

**Вие пишете популярни книги и отделяте много време за обществена дейност. Кога се занимавате с наука?**

В тихите нощни часове и по време на занятия със студенти и аспиранти. Не можете да си представите колко много успяваме да направим, събирайки се заедно!

Понякога аз с месеци съм погълнат от съвършено друга работа, която страшно ме изтощава. Да се говори за наука е необходимо и това, вероятно, е част от моята най-важна дейност. Но ако не се занимавам с наука, бих се чувствал мошеник. Заедно с това аз считам за свое задължение да отделям внимание и на обществеността.

**Защо сте така категоричен?**

Защото науката не може да съществува в изолация. Тя се развива в социален контекст, и нейните резултати имат поголямо значение за обществеността, понякога спомагайки просто да осъзнаем своето място в света.

Придобивайки нови знания, ние непременно трябва да се занимаваме и с нейното разпространение и разясняване. Естествено, не всеки учен е в състояние да изразходва времето си за популяризация на своите идеи. Но понеже в нашето общество науката играе жизнено важна роля, а мнозина жалят сили за разясняването на постигнатите резултати, необходимо е някои от нас да се качат на трибуната.

(„Что беспокоит физиков?“, *В мире науки*, ноември, 2004 с. 32)

Превод: Н. Ахабабян





Фиг. 2. Зигфрид Флюге  
(р. 1912 г.)

През юни 1939 г. Зигфрид Фрюге (Фиг.2), сътрудник в ИКВ по химия в Далем, публикува статия, в която разглежда техническите аспекти на деленето и дава приблизителна оценка на огромния енергодобив, който може да се получи при експлоатацията на т.нар. уранова машина (реактор). Идеите на Флюге, които отразяват до голяма степен първоначалната концепция на германския Уранов проект, са публикувани покъсно, в популярна форма, в ежедневника „Дойче алгемайне цайтунг“. В статията са показани възможностите за експлозивно освобождаване на ядрената енергия от една страна и за продължителен енергодобив от друга, в зависимост от скоростта на протичане на верижната реакция. На този, все още ранен етап, прави впечатление относителната увереност в реализацията на хомогенен реактор с тежка вода и естествен уран, както и неговото управление посредством добавяне на кадмиев абсорбент. Наличието на големи запаси уран в мините на Сакт Йоахимстал в Судетската област би улеснило значително построяването на АЕЦ, която според пресмятанията на Флюге, би задоволила ежегодните нуждите от електроенергия на Германския Райх само с 4,2 тона уран. Независимо от оптимистичния тон, следва да се отбележи високата оценка на постиженията на американската ядрена физика и особено подчертаването на огромния финансов и промишлен потенциал на САЩ, който в крайна сметка осигури успешната реализация на проекта „Манхатън“.

Зигфрид Флюге е роден в Дрезден през 1912 г. Следва естествени науки в Дрезден и Гьотинген. През 1936/1937 г е асистент в Франкфурт и Лайпциг. По-късно се премества в ИКВ по химия в Берлин-Далем. След войната е професор в Марбург и Фрайбург. Неговият университетски курс по квантова механика се радва до днес на световна известност.

## 1. ИЗПОЛЗВАНЕТО НА АТОМНАТА ЕНЕРГИЯ

### От лабораторния опит към урановата машина – резултати от изследванията в Далем от д-р хабил. З. Флюге, Берлин-Далем

През първите тридесет години на този век физиката завладя един обширен фантастичен свят – света на атомите. Дори на лаиците днес е известно, че в центъра на всеки атом се намира много малко ядро, с диаметър около една стохилядна от диаметъра на атома, а около това ядро кръжи група електрони, както планетите около Слънцето.

**Протони и неутрони.** Масата на тези електрони е толкова малка, че почти цялата маса на атома е съсредоточена в ядрото. Атомното ядро се състои,

както бе разбрано първо от Хайзенберг, от протони и неутрони. Протонът е ядрото на най-лекия от всички атоми, този на обикновения водороден атом. Неговата маса и неговият положителен електрически заряд се избират обикновено за единица, т.е. той има маса 1 и заряд 1. Другият строителен блок на ядрото – неутронът има почти същата маса, но няма заряд. Следователно, общият заряд на атомното ядро е равен на броя на свързаните в него протони. Зарядът на електрона е противоположен (т.е. отрицателен) и равен по големина на заряда на протона. Ако атомът има в обвивката си толкова електрони, колкото протони в ядрото, то цялата система е електронеутрална, каквото е нормалното състояние на материята. Зарядът на ядрото следователно определя строежа на електронната обвивка, а с това и химичните свойства на атома. На всеки химичен елемент съответства определен заряд на ядрото, на водорода 1, на хелия 2, на лития 3 и т.н. до най-тежкия елемент с заряд на ядрото 92 и също толкова електрони в обвивката. Ядрото на урана следователно съдържа 92 протона. Освен това, в него са свързани още 146 неутрона, така че масата му е равна на  $92 + 146 = 238$ . Такова е атомното тегло на химичния елемент уран. Ядрата на най-тежките елементи, например на радия, тория, а също и на урана, не са стабилни, а се разпадат спонтанно, като излъчват алфа-частици, т.е. хелиеви ядра, които се състоят от два протона и два неутрона, или т.нар. бета-лъчи, т.е. електрони с високи енергии. В някои ядра един неутрон може да се разпадне на един протон и един електрон, като последният излита с голяма скорост от ядрото. Това са добре известните прояви на естествената радиоактивност, познати от почти четири десетилетия и подробно изучени.

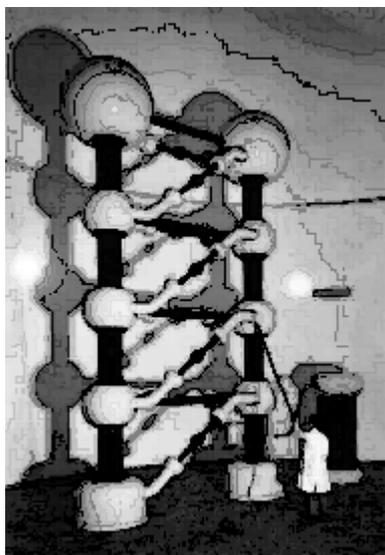
**Нов исторически етап във физиката.** В 1919 г. лорд Ръдърфорд използва за първи път алфа-частици, т.е. бързи хелиеви ядра, като снаряди, за да бомбардира с тях други леки ядра и така да предизвика изкуствено превръщане на елементите. С алфа-частици, излъчени от радиоактивен препарат, той бомбардира, например, азот. При стълкновение на алфа-частица с ядро на азота може да се получи сливане и образуване на „междинно ядро“, което от своя страна след много кратко време се разпада, но не на своите първоначални съставки азот (с ядрен заряд 7) и хелий (с ядрен заряд 2), а на едно ядро на кислород с заряд 8 и един протон със заряд 1. Така за първи път бе осъществено превръщане на елементите, с което поне в общи линии се осъществи една стара мечта на алхимиците. Защото нищо не пречи да опишем процеса като химична реакция: азот + хелий → кислород + водород. С това бе открита нова глава в историята на физиката.

**Енергията на атомните ядра.** По-важна от изкуствено превръщане на елементите изглежда възможността за получаване на енергия. И тук ядрените превръщания могат да се сравнят с химичните: нашият най-използван енергиен източник е горенето на въглищата, т.е. химичната реакция на изгаряне

на въглерод и кислород до газа въглероден двуокис. При горенето се отделя енергия, която нагрява котлите в ТЕЦ и печките в нашите жилища. По същия начин се освобождава енергията при много ядрени превръщания. Тези енергии обаче, и това е впечатляващо, пресметнати за отделния атом, са милиони пъти по-големи от енергиите, получавани при химичните реакции, които са базата на нашата съвременната техника.

Две тежки възражения оставяха реализацията на такива мечти за бъдещето да изглежда напълно безперспективна. Първо, като източници на проектили се използват скъпи радиоактивни препарати, т.е. радий и подобни нему елементи, които струват десетки хиляди марки. Но дори при наличие на препарати в реакциите участват само отделни атоми, докато за техническо приложение е необходимо превръщането на милиарди атоми.

По отношение на първия проблем беше отбелязан значителен напредък. Вместо алфа-частици от радиоактивен препарат, като снаряди днес се използват например протони. Благодарение на своя заряд, протоните могат да се ускорят в електричното поле на високоволтни устройства (ускорители) до големи скорости, като не само заместват, а в много случаи далеч надминават по ефективност алфа-частиците. Първото устройство от този вид (линеен ускорител с каскаден генератор) бе създадено в Кавендишката лаборатория в Кеймбридж през 1931 г. от Кокрофт и Уолтън, двама сътрудници на лорд



*Фиг. 3. Един от двата високоволтни генератора за 3 MV на ИКВ по физика в Далем, използвани за експерименти в областта на атомната физика.*

Ръдърфорд. С помощта на това устройство те успяха да разбият, например, ядра на литий, една реакция, при която всеки взаимодействащ протон освобождава енергия, многократно надвишаваща собствената му кинетична енергия. В Англия бързо осъзнаха голямото значение на това пионерско постижение. Първото устройство, влязло вече в историята и заменено скоро от по-мощно, зае своето място в Музея на науката в Лондон, заедно с моделите на най-старите локомотиви и първите самолети.

С това бе даден тласък на едно мощно развитие в областта на ядрените изследвания. Особено в Америка, където за наука се отделят големи финансови средства, бяха построени гигантски устройства (циклотрони) и съвсем наскоро професор Лорънс събщи в едно специализирано списание, че в неговата лаборатория в Бъркли, Калифорния са получени протони с толкова висока скорост, като че ли са преминали през електрично поле с напрежение 18 ми-

лиона волта! И на други места се работеше, макар с по-ограничени средства, но със същото въодушевление. От германските изследователски центрове следва да посочим ИКВ по химия в Берлин-Далем и новия институт по физика при ИКВ за медицински изследвания (Фиг. 3 и 4).

Резултатите от този период на изследвания бяха: разработването на цяла „ядрена химия“, посредством която бяха изследвани безброй реакции на всички възможни ядра с най-различни проектили. Получени бяха стотици нови радиоактивни видове атоми (изотопи). От новите резултати се възползваха близките науки химия и физиология. С помощта на американското устройство (циклотрон) можаха да бъдат произведени изкуствени радиоактивни вещества, в много големи количества и на много по-ниски цени от доставяния от природата радий и др. подобни, от които лъчевата терапия бе напълно зависима досега.

По отношение на техническия проблем, обаче, не настъпиха никакви промени. Превръщането на значителни количества атомни ядра не бе осъществено и така не само не се сбъдна, но не се и приближи мечтата на средновековните алхимици. Не бе осъществен добив на осезаемо количество енергия. За превръщането на един единствен атом е необходимо да се изстрелят около 1 милион проектили. Например, вследствие на този много малък добив един грам изкуствено произведено злато, което следва да се получи чрез преобразуване на скъпоценната платина, би струвал много милиони марки. Тъй като при сега съществуващите устройства на всеки час бомбардировка се превръщат едва няколкостотин атома, то за целта облъчването на платината би трябвало да започне преди един милиард години. При това положение съмненията на физиците изглеждаха наистина разбираеми.

И въпреки това, от половин година насам положението се измени из основи. Импулсът бе даден от откритието на една напълно нова ядрена реакция от професор Ото Хан и д-р Щрасман от ИКВ по химия в Берлин-Далем.

В 1934 г. италианският физик Ферми за първи път обстрелва уран с неутрони. При това възникнаха няколко нови радиоактивни вещества, които според него трябваше да съответстват на елементи, по-тежки от уран, с ядрени заряди 93 и 94, т.е. извън границите на досегашната Периодична система на



*Фиг. 4. ИКВ по физика в Берлин-Далем; отляво – кулата „Макс Планк“, където се помещават ускорителните машини за ядренофизични експерименти.*

елементите. Тези вещества бяха изследвани от проф. Хан съвместно с Лизе Майтнер и Щрасман в дългогодишна старателна работа. В хода на работата възникнаха редица физични несъответствия, които бяха многократно отбелязвани и от госпожа Кюри в Париж. В края на миналата година Хан и Щрасман проверяваха едно от тези несъответствия. При това те получиха напълно изненадващия резултат, че при облъчване на уран с неутрони възниква елемент бариий. Ядрото на уран се бе разцепило под въздействие на неутроните: от едно ядро с заряд 92 се бяха образували две ядра, един бариий с заряд 56 и един криптон с заряд 36!

Тук за първи път бе наблюдаван един процес, който заслужаваше да бъде наречен „разбиване на ядрото“. Вестта за откритието обиколи бързо света. Във Франция и Холандия, в Дания и Швеция, в Англия и преди всичко в Америка с нейните големи възможности, специалистите се втурнаха да изследват новото явление. За няколко месеца бяха публикувани многобройни работи и потокът от публикации продължава. От многообразието на експерименталните резултати постепенно изкрystalизира следната картина: при разбиване на ядрото на урана възникват редица химични елементи, разположени приблизително в средата на Периодичната система между ядрените заряди (номерата) 34 и 58. Така уранът може да се раздели на бариий и криптон, или на stronций и ксенон и вероятно на ред други двойки. Елементите, които първоначално се смятаха за трансуранови, представляват поне отчасти смес от такива средно тежки елементи. При деленето на урана двете „осколки“ се разлитат с енергия, която е 50 пъти по-голяма от енергията, позната ни от други ядрени реакции. От решаващо значение за нашия въпрос е, че при деленето се отделят още няколко неутрона. Това бе доказано първо от проф. Жолио и неговите сътрудници в Париж. При делене на едно ураново ядро се отделят 2 до 3 неутрона, като точното число не е още установено.

**Фантастични енергии.** Когато около Нова година въз основа на химичните резултати на проф. Хан деленето на урановото ядро придоби реални измерения, ние си зададохме веднага въпроса: ако при деленето, предизвикано от един неутрон, се освобождават няколко неутрона, какво става с тях понататък? Те могат да предизвикат делене на други уранови ядра, тогава всеки неутрон ще произведе нови неутрони и т.н., докато има уран, който може да се разпадне. Следователно, една бързо нарастваща неутронна лавина ще доведе до разпадането на целия наличен уран. Наблюдава се точно това, което химиците наричат верижна реакция. Така се получи недостижимото досега: с един единствен неутрон, който се използва за „запалване“, може да се преобразува осезаемо, дори произволно голямо количество уран и да се освободи ядрена енергия. Количеството на освободената енергия може да се посочи доста точно. В природата уранът се среща под формата на уранов двуокис; това е пречистената руда уранова пехленда, която се добива, например,

в мините на Санкт Йоахимстал в Судетската област. Един кубически метър руда тежи 4,2 тона и съдържа 9000 милиарда милиарда ( $10^{18}$ ) уранови атома. При деленето на един уранов атом се освобождават обаче  $3 \times 10^9$  килограмометра енергия; следователно, при преобразуване на цялото количество –  $27000 \times 10^9$  килограмометра. Тъй като един кубически километър вода тежи един милиард килограма, тази енергия е достатъчна да повдигне един кубически километър вода на височина 27 км, т.е. да вдигне цялото съдържание на Ванзее до стратосферата!

**Овлаждането на атомната енергия.** Две са основните трудности при работката на такива енергийни източници: първо са необходими големи количества уран, за да не се прекъсне веднага веригата на реакцията. Защото образуваните неутрони изминават в урановия окис няколко сантиметра, докато разделят отново един атом; т.е. ако цялото количество използван уран има размер само няколко сантиметра, то по-голяма част от неутроните ще напуснат урана, преди да могат да разцепят и едно атомно ядро. Може да пресметнем, че необходимото количество уран би трябвало да има диаметър от няколко метра; понастоящем все още не могат да бъдат дадени точни числа. Втората трудност се състои в това, че неутронната лавина се формира за по-малко от стотна от секундата, т.е. цялата енергия се освобождава за толкова кратко време. Следователно имаме работа с експлозия, сравнима по сила с изригването на вулкан. За нуждите на техническото приложение процесът трябва да може да бъде произволно забавян. Голяма заслуга на френските физици е, че посочиха едно средството за решаване на проблема. Очевидно, по някакъв начин трябва да се отслаби образуването на лавината, като се добавят вещества, които да залавят по-голяма част от новообразуваните неутрони. Един елемент, който действа така, добавен дори в малки количества, е металът кадмий. Посредством малки добавки от кадмий би трябвало да се постигне спокойно горене при температура, която може да се пресметне, и която е толкова по-висока, колкото добавката от кадмий е по-малка. Този елемент обаче поглъща само бавни неутрони. Следователно трябва да се погрижим щото образуваните неутрони да бъдат бързо забавени. Едно изпитано средство за това е добавка на вода. При стълкновение с леките ядра на водорода, неутроните отдават бързо своята енергия на последните. Използването на бавни неутрони има предимството, че неутроните изминават по-къс път във веществото, така че необходимото количество уран за осигуряване на непрекъснатост на верижната реакция може да бъде с диаметър около един метър.

„Урановата машина“. Една такава „Уранова машина“, както в подробности съм я описал на друго място, ще изглежда приблизително така: 4,2 тона уран се смесват добре с 56 грама радий и сместа се залива с 280 литра вода. Като се има предвид, че понастоящем числените стойности са зададени

с голяма степен на неувереност, може да се смята, че сместа ще гори равномерно при температура  $350^{\circ}\text{C}$ . Непрестанно изпаряващата се при тази температура вода може да бъде замествана в кондензатори, а парата да бъде използвана за захранване на парна машина. Енергията, която ще се получи в такова устройство, би била достатъчна за осигуряване едногодишното потребление на електричество в Германския Райх. В рамките на настоящата публикация естествено не може да разгледаме проблема в подробности. Не бива да се забравя също така, че подобна „машина“ не е създадена досега и горните разсъждения съществуват само на хартия. Възможно е, дори е вероятно, техническата реализация да се сблъска с непредсказуеми трудности. Една голяма трудност при работа в лабораторни условия е фактът, че за моделни експерименти не могат да се използват малки количества уран. Наложително е да бъдат преработени много кубически метри уран, като към значителната цена следва да се прибави и опасността от експлозия. Но дори след преодоляване на тези трудности, което със сигурност ще стане скоро, за техническата реализация е особено смущаващо, че уранът ще трябва да се пречиства периодично от образуваните продукти на деленето, тъй като последните поглъщат също неутрони, без да създават нови.

Дори ако по-нататъшните проучвания покажат, че техническото приложение на деленето на урана не е възможно (което смятам за невероятно), то откритието представлява огромен прогрес. За първи път се очертава подходът, който ще позволи (независимо дали в по-близко или по-далечно бъдеще) огромните енергийни запаси на атомното ядро да се поставят в служба на човечеството. Тук отново се потвърждава старият опит, че научните изследвания, провеждани дълги години безшумно и съвестно, не за материална изгода, а от чист стремеж към познание, внезапно и неочаквано дават резултати, чиято техническа разработка да бъде спокойно поверена на инженера, и които ще са от полза за цялото човечество.

*Статията е публикувана в притурка на вестник „Дойче Алгемайне Цайтунг“ от 15 август 1939, брой 387*

### **Начало на надпреварата**

На фона на нарастващата германска агресия, която се очаква да премине в открита война, статията на Флюге, изпълнена с ентузиазъм и подранила увереност в успеха, възбужда силна тревога сред физиците-антифашисти, особено в кръга на прогонените от нацистите емигранти, и предизвиква тяхната ответна реакция. В началото на август Едуард Телър,

Юджиин Уигнър и Лео Сцилард (Фиг.5) посещават Айнщайн в Лонг Айленд, и Сцилард го уговаря да изпрати от свое име предварително под-

готвено предупредително писмо до президента Франклин Делано Рузвелт. Съдържанието на това писмо, потвърдено и от други тревожни сигнали, инициира създаването на американската атомна бомба.

## 2. ПИСМО НА АЛБЕРТ АЙНЩАЙН ДО ПРЕЗИДЕНТА НА САЩ ФРАНКЛИН РУЗВЕЛТ ОТ 2 АВГУСТ 1939 г.

„Сър,

Една от последните публикации на Е. Ферми и Л. Сцилард, която ми бе изпратена в ръкопис, ме кара да очаквам, че в най-близко бъдеще елементът уран може да бъде превърнат в нов, значителен източник на енергия. Възникването на някои нови обстоятелства подбужда, както личи, към повишаване на бдителността, и ако е необходимо, към бързи действия от страна на Администрацията. Поради това смятам за свой дълг да доведе до Вашето внимание следните факти и препоръки:

В течение на последните четири месеца в резултат на изследванията на Жолио във Франция, а така също на Ферми и Сцилард в Америка, стана реална възможността да се предизвика верижна ядрена реакция в голяма маса уран, при което да се получават огромни мощности и големи количества нови елементи, подобни на радия. Както изглежда, това сигурно ще бъде осъществено в най-близко бъдеще.

Това ново явление би могло да доведе също до построяването на бомби и е напълно допустимо, макар и не така сигурно, че това ще бъдат бомби от нов тип с изключително голяма мощност. Само една бомба от този тип, пренесена на кораб и взривена на някое пристанище, би могла да разруши напълно цялото пристанище с част от заобикалящата го територия. Възможно е, обаче, такива бомби да се окажат твърде тежки за пренасяне по въздуха.

САЩ разполагат с умерени количества сравнително бедни уранови руди. Богати руди има в Канада и в бившата Чехословакия, а най-важният източник на уран е Белгийско Конго.

Визирайки тази ситуация, Вие бихте могли да сметнете за желателно осъществяването на постоянен контакт между Администрацията и групата физици, работещи в Америка по проблемите на верижната реакция. Възможен път за това е да възложите задачата на доверено Вам лице, което да изпълнява неофициални функции. Неговата задача може да включва следното:



*Фиг. 5. Лео Сцилард (1898-1964) организира срещата с Айнщайн в Лонг Айленд и според повечето изследователи подготвя писмото до президента Рузвелт.*

1. Да се свърже с правителствените отдели, да ги държи в течение на по-нататъшните развития, и да придвижва предложения за действия на Правителството, отделяйки специално внимание за осигуряване доставките на уранова руда за САЩ.

2. Да ускори експерименталните работи, които понастоящем се осъществяват в границите на бюджетното финансиране на Университетските лаборатории, като при необходимост осигури фондове чрез негови контакти с частни лица, които искат да допринесат за тази кауза, а може би и чрез сътрудничество с промишлени лаборатории, които разполагат с необходимото оборудване.

Разбрах, че Германия е спряла продажбите на уран от завладените чехословашки мини. Предприемането на такива ранни действия може да бъде евентуално разбрано, като се има предвид факта, че синът на германския заместник-министър на външните работи, фон Вайцзекер, е прикрепен към ИКВ в Берлин, където се повтарят някои от американските работи върху уран.

Искрено Ваш,  
А. Айнщайн“

*Пълният текст на писмото на Алберт Айнщайн е взет от [6]*

## Урановата машина

С нападението на Полша започва Втората световна война и нацистките ръководители мобилизират научно-технически потенциал на Германия. През



Фиг. 6. Вернер Хайзенберг  
(1901-1976).

есента на 1939 г. изследванията по деленето на урана се обединяват в т.нар. Уранов проект, в който участват водещите ядрени физици. Малко покъсно в проекта се включва Вернер Хайзенберг (Фиг.6).

През декември 1939 и февруари 1940 г. той подготвя два доклада до Комитета по въоръженията, в които представя теоретичните основи на ядрения реактор. Тези и други изследвания, провеждани в Лайпцигския университет, издигат авторитета на Нобеловия лауреат в ядрената област. Към края на 1941 г. изследванията по Урановия проект дават първите резултати. Хайзенберг провежда опити по внедряване на своята теоретична концепция за реактор с природен уран и забавител тежка вода. Извършват се експери-

менти за оптимизиране на геометрията на активната зона, измерват се неутронните сечения на различни вещества, разработват се методи за ефективно извличане на тежка вода и за обогатяване на  $^{235}\text{U}$ . Вследствие влошаването на военната обстановка след загубата на битката за Москва нацистките ръководители се насочват към разработка на нови оръжия, които биха променили съотношението на силите. Обещаващ в тази насока е и Урановият проект, за чието обсъждане ръководителят на военните изследвания генерал Ерих Шуман свиква съвещание. На съвещанието, което се провежда на 26 февруари 1942 г. в Дома на германските изследователи „Харнак Хауз“, присъстват висши военни и стопански дейци, както и водещи ядрени физици. Хайзенберг изнася главния доклад. Шумът около „новото оръжие“ достига до ново-

назначения министър на въоръженията Алберт Шпеер, който проявява интерес към Урановия проект. На 4 юни 1942 г. Шпеер свиква повторно съвещание (Фиг.7) с участието на фелдмаршал Ерих Милх – държавен секретар в министерството на авиацията, генерал Карл Витцел – началник управление на въоръжението на флота, и генерал Фридрих Фром – главнокомандващ резервната армия. Хайзенберг прочита същия доклад. В последвалата дискусия се



*Фиг. 7. Втората „атомна“ конференция в Берлин, организирана от Алберт Шпеер на 16 юни 1942 г. с участието на висши офицери от Вермахта.*

обсъждат евентуалните срокове за изпълнение на проекта и необходимото финансово и суровинно осигуряване. Поради неясните перспективи, трудностите с доставката на уран и тежка вода, а не на последно място и липсата на ентузиазъм от страна на изпълнителите, малко по-късно проектът е снет от приоритетния списък. Така докладът на Хайзенберг придобива изключително важно значение като исторически документ, отразяващ състоянието на изследванията към началото на 1942 г., определил до голяма степен по-нататъшното развитие на проекта, които се насочва към създаване на реактор. Макар да споменава възможността за получаване на експлозив чрез обогатяване на  $^{235}\text{U}$  или чрез химично отделяне на елемент-94 ( $^{239}\text{Pu}$ ), Хайзенберг не смята за възможно създаването на атомна бомба в обозрими срокове. Шпеер обаче продължава да поддържа изследванията с ограничени ресурси,

а Хайзенберг е назначен за директор на ИКВ по физика и става фактически ръководител на Урановия проект.

### 3. ТЕОРЕТИЧНИТЕ ОСНОВИ НА ЕНЕРГОДОБИВА ОТ ДЕЛЕНЕТО НА УРАН

**Вернер Хайзенберг**

**(Ръкопис на доклада, изнесен в Дома на германските изследователи на 26 февруари 1942 г.)**

В началото на разработката на урановия проблем в рамките на Работната група към армейското бюро за въоръжения бяха известни следните експериментални факти:

(1) Обикновеният уран е смес от три изотопа  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ , които се съдържат в естествените минерали в приблизително отношение 1:1/140:1/17000.

(2) Според Хан и Щрасман урановите ядра могат да се делят при неутронно облъчване като, ядрото  $^{235}\text{U}$  се дели с неутрони с всякакви скорости (също и малки) (Бор), докато ядрата  $^{238}\text{U}$  и  $^{234}\text{U}$  се делят само с неутрони с голяма енергия.

(3) При делене на едно ядро се освобождава от 150 до 200 милиона електрон-волта енергия. Тази енергия надвишава 100 милиона пъти енергията, която се освобождава обикновено в химическите процеси на един атом.

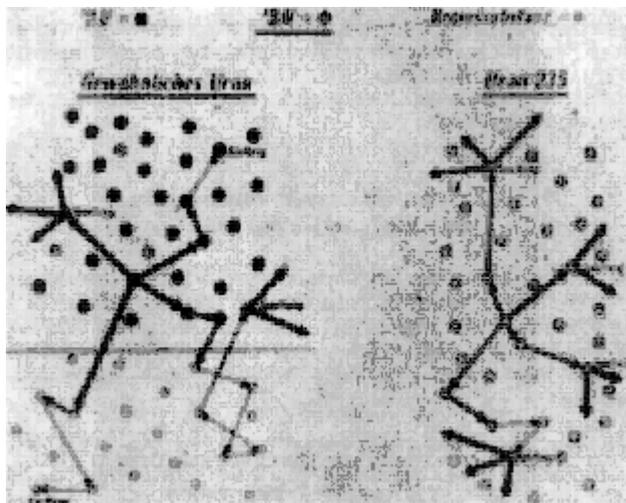
От тези факти може да заключим следното: ако е възможно да се разделят всички атомни ядра, например, в 1 тон уран, то ще се освободи чудовищната енергия от 15 милиарда килокалории. Това, че при превръщанията в атомното ядро се освобождават такива големи количества енергия, бе отдавна известно. Преди откритието на деленето обаче нямаше изгледи да се извършват ядрени превръщания в големи количества вещество. Защото при изкуствените превръщания, посредством високоволтови генератори, циклотрони и др. изразходваната енергия е винаги по-голяма от освободената.

Фактът, че в процеса на делене се излъчват повече неутрони, открива, напротив, възможност за превръщания на големи количества вещество чрез използване на верижна реакция. Излъчените при деленето неутрони ще трябва от своя страна да разцепят други уранови ядра, при което се излъчват нови неутрони и т.н.; чрез многократно повтаряне на този процес се създава непрестанно увеличаване на броя на неутроните, което спира едва когато по-голямата част от веществото е преобразувано.

Преди да разгледаме въпроса за осъществяването на тази програма, трябва да изследваме по-подробно процесите, които един неутрон може да предизвика в урановата субстанция. Фигурата (Фиг. 8) дава представа за тези про-

цеси. Един неутрон, получен например от делене, може, ако има достатъчно енергия, след преминаване на късо разстояние да се сблъска с едно ураново ядро, да го разцепи и да произведе при това нови неутрони.

Или може, което за съжаление е много по-вероятно, при едно такова стълкновение, само да предаде енергия на атомното ядро, без да го разцепи, като продължи пътя си с намалена енергия. В този случай след няколко стълкновения енергията на неутрона



Фиг. 8. Схема на процесите в обикновен и обогатен уран (диапозитив към доклада на Хайзенберг).

ще се намали дотолкова, че за неговата по-нататъшна съдба ще останат само две възможности: едната е при стълкновение с едно ураново ядро той да бъде погълнат. Тогава всякакво по нататъшно „размножаване“ е невъзможно. Или може – което за съжаление е относително малко вероятно – да се сблъска с едно ядро  $^{235}\text{U}$  и да го раздели. В тази реакция ще възникнат нови неутрони и описаните процеси могат да започнат отново. Част от неутроните може да напусне урана през повърхността и да бъде загубена за размножаването.

Точното изследване на вероятностите за различните процеси беше една важна точка от програмата на работната група, чиито резултати ще бъдат докладвани от г-н Боте.

По-нататък ще бъде достатъчно да се знае, че процесът на неутронен захват в обикновен уран (захват на един неутрон в  $^{238}\text{U}$  и образуване на нов изотоп  $^{239}\text{U}$ ) е много по-вероятен от деленето и неутронното умножение. Следователно желаната верижна реакция не може да протича в обикновен уран и трябва да се търсят нови средства и пътища за нейното постигане.

Поведението на неутроните в урана може да се сравни с промените в плътността на населението, като процесът на делене има за аналог бракосъчетанието, а процесът на захват е смъртта. В обикновения уран смъртността преобладава, така че наличното население трябва да изчезне след кратко време.

Очевидно, подобрене на ситуацията е възможно само ако бъде постигнато следното: или (1) да се увеличи раждаемостта на всяко отделно бракосъчетание; или (2) да се увеличи броят на бракосъчетанията; или (3) да се намали смъртността.

Възможността (1) не съществува при неутроните, защото средният брой неутрони за едно делене е константа, зададена от природните закони, която не се подлежи на външно влияние (Относно определянето на тази важна константа виж доклада на г-н Боте).

Остават следователно само възможностите (2) и (3). Увеличаване броя на деленията (2) може да се постигне, като се извърши обогатяване на по-редкия, но дялящ се при по-ниски енергии изотоп  $^{235}\text{U}$ ; ако е възможно да се получи чист изотоп  $^{235}\text{U}$ , то отношенията ще бъдат, както са представени на Фиг.8. След едно или няколко стълкновения, всеки неутрон ще предизвика делене на едно ураново ядро, ако преди това не напусне веществото през повърхността. В случая вероятността за смърт вследствие на захват е пренебрежимо малка. Следователно, ако натрупаме толкова голямо количество  $^{235}\text{U}$ , че загубата на неутрони през повърхността да остава малка в сравнение с размножаването във вътрешността, то за кратко време броят на неутроните ще се увеличи неимоверно и цялата енергия на деленето от 15 милиарда килокалории ще се освободи за части от секундата. Т.е. чистият изотоп  $^{235}\text{U}$  представлява несъмнено експлозив с невъобразимо действие. Много трудно е обаче да се получи този експлозив.

Голям дял от активността на работната група към армейската служба за въоръжения е посветен на обогатяването, съответно на пречистването на изотопа  $^{235}\text{U}$ . Американските изследвания в това направление се развиват също особено интензивно. В рамките на съвещанието г-н Клузиус ще информира за състоянието на този проблем, затова аз няма да го засягам повече.

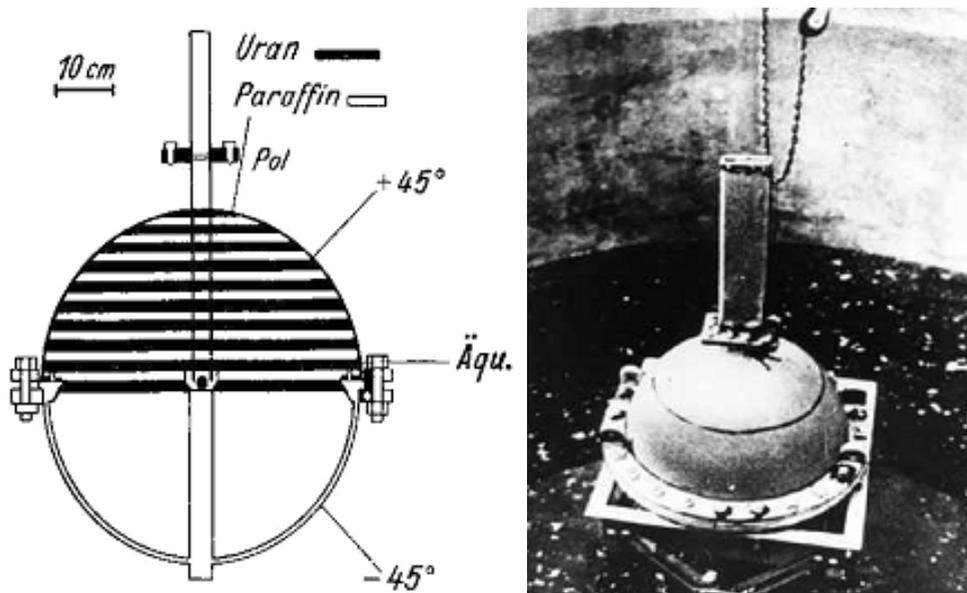
Остава да разгледаме само третата възможност за предизвикване на верижна реакция: намаляване на смъртността, т.е. на вероятността за захват на неутроните.

От най-общи ядренофизични съображения, може да се предположи, че вероятността за захват достига големи стойности само за точно определени енергии на неутроните. (Изследванията през последната година дадоха ценни резултати точно по този проблем.) Следователно, ако успеем да забавим неутроните бързо, без много стълкновения с урановите ядра, до областта с възможно най-малка енергия (т.е. до енергии, зададени от топлинното движение), то смъртността може да бъде значително намалена. На практика бързо намаляване на скоростта на неутроните може да се постигне чрез добавка на подходящи забавящи вещества: т.е. вещества, чиито атомни ядра отнемат част от енергията на неутрона при стълкновение. Ако се добави достатъчно количество забавящо вещество, неутроните могат да се изведат безопасно в областта на най-ниските енергии. За съжаление, обаче, повечето забавители имат свойството също да залавят неутрони, така че твърде голямо количество забавител ще увеличи вероятността за захват, т.е. смъртността. Тези отношения са представени схематично в едната страна на Фиг.8.

Следователно, трябва да се намери такъв забавител, който отнема бързо енергията на неутроните, но поглъща възможно най-малък брой от тях.

Единственото вещество, което вообщо не поглъща неутрони – хелий, не може да се използва в практиката поради неговата малка плътност. Следващото най-подходящото вещество е деутерий, който в своето най-просто съединение, в тежката вода, има достатъчна плътност. Тежката вода, обаче, също не може да се получи лесно в големи количества. Работната група проведе задълбочени изследвания върху приложимостта на тежката вода и други разглеждани вещества (берилий, въглерод).

Съгласно една идея на Хартек се оказа целесъобразно уранът и забавителът да бъдат пространствено разделени. Така се получи геометрия като показаната на фигурата (Фиг. 9) сфера с многопластово разпределение, която бе построена за моделни експерименти в ИКВ.



Фиг. 9. Схема (вляво) и външен вид на сферичното устройство, с което са проведени първите експерименти за определяне на неутронната мултипликация (диапозитиви към доклада на Хайзенлерг).

Дали такова последователно подреждане на уран и забавител ще доведе до верижна реакция и с това до голям енергодобив, т.е. дали „смъртността“ ще бъде толкова понижена, че „раждаемостта“ да преобладава и да се стигне до прираст на „населението“, трябва да се разглежда като открит проблем, защото свойствата на ограничения брой вещества, които могат вообщо да се използват като забавители, са зададени и не подлежат на промяна.

Изясняването на този проблем беше отново една от най-важните задачи на работната група.

Да приемем за момент, че този важен въпрос е решен положително, тогава трябва да се изследва поведението на избраната схема при прираст на неутронното население. Оказа се, че процесът на нарастване тук не спира при превръщане на по-голяма част от урана, а много по-рано. По нататъшното нарастване води до силно нагриване, а с нагриването вероятността за делене намалява – защото неутроните започват да се движат по-бързо и следователно пребивават по-кратко време в близост до урановите ядра. Нагриването следователно води до намаляване на броя на „бракосъчетанията“, а с това и на размножаването, затова при определена температура умножаването на неутроните ще комперсира точно поглъщането.

Разгледаната пластова схема следователно ще се стабилизира от само себе си при определена температура. Щом от машината се отнеме енергия, настъпва охлаждане и ново нарастване на неутроните, отнетата енергия се замества от енергията на деленето; на практика в машината се поддържа постоянна температура.

Така стигаме до машина, която може да се използва, например, за задвижване на парна турбина, и която може да запазва един такъв топлинен агрегат продължително време с големи количества енергия. Следователно може да се мисли за практическо приложение на такива машини в превозни средства, особено в кораби, чиито радиус на действие ще се увеличи неимоверно благодарение на големия запас от енергия в относително малко количество уран. Това, че машината не гори кислород, би било особено предимство при използване в подводници.

Щом такава машина бъде пусната в действие, проблемът за получаването на експлозив, съгласно една идея на фон Вайцекер, придобива ново развитие. При преобразуването на уран в машината се образува ново вещество (елемент с номер 94), което най-вероятно има същото невъобразимо действие, както  $^{235}\text{U}$ . Това вещество, обаче, може да бъде получено много по-лесно от урана, отколкото  $^{235}\text{U}$ , защото може да бъде отделено от урана с химически методи.

Проблемът за намирането на такава смес от уран и забавител, в която да протича верижна реакция, трябва да се реши експериментално. Но дори и когато такава смес бъде установена, за осъществяване на верижна реакция трябва да се натрупа голямо количество от сместа, защото при малко количество загубата на неутрони през повърхността ще превишава нарастването във вътрешността. Следователно, експерименти с малки количества са по начало нецелесъобразни за определяне на подходяща смес за верижна реакция. Без щедрата подкрепа на изследователската дейност с материали, радиоактивни препарати и финансови средства от страна на армейската служба

за въоръжения не бе се постигнал никакъв напредък. Например независимо от по-големите количества тежка вода, които бяха осигурени, досега не бе осъществена верижна реакция. Затова следва да разгледаме въпроса как от моделните експерименти може да се установи дали в избраната смес „раждаемостта“ надвишава „смъртността“.

За решаване на този въпрос е целесъобразно в сместа да се постави неутронен препарат, за който е известно колко неутрони в секунда излъчва. Ако неутроните, които напускат сместа, са повече от излъчените от препарата, то може да смятаме, че размножаването надвишава поглъщането, т.е. че е намерена подходящата смес.

Проведените през последните години в Лайпциг експерименти показаха, че определена смес от тежка вода и уран има действително желаните свойства. При тези експерименти, обаче, превесът на „раждаемостта“ над „смъртността“ е толкова малък, че незначително допълнително поглъщане от материала на конструкцията елиминира излишъка. Този материал, обаче не ще бъде необходим по-късно или може да бъде заменен с друг вид.

Със степен на сигурност, с която изобщо може да се правят изводи за големи експерименти въз основа на лабораторни такива, последните показват еднозначно възможността за построяване на машина от описания вид чрез последователно напластяване на уран и забавител.

Досегашните резултати могат да се обобщят по следния начин:

(1) Получаването на енергия от деленето на уран е несъмнено възможно, ако се извърши успешно обогатяване на изотопа  $^{235}\text{U}$ . Получаването на  $^{235}\text{U}$  би довело до експлозив с невъобразимо действие.

(2) Обикновеният уран също може да се използва за добив на енергия при подреждане на пластове в тежка вода. В многопластова геометрия тези вещества може да предават своя голям запас от енергия продължително време на една топлинна машина. По този начин големи, технически използваемы, запаси от енергия, могат да се съхраняват в малко количество вещество. Експлоатацията на машината може да доведе до получаване на чудовищно силен експлозив; тя обещава освен това много други важни научни и технически приложения, за които обаче не бива да се съобщава.

*Текстът на доклада на Вернер Хайзенберг е взет от [10].*

### **Огненият финал**

Атомните бомбардировки на Япония са последните чудовищни аутодафета на Втората световна война, в която бяха изпепелени Варшава и Ковънтри, Хамбург и Дрезден и още много големи и малки градове.

По време на Потсдамската конференция (17 юли – 2 август 1945 г.) Хари



Фиг. 10. Сталин, Труман и Чърчил на конференцията в Потсдам 1945 г.



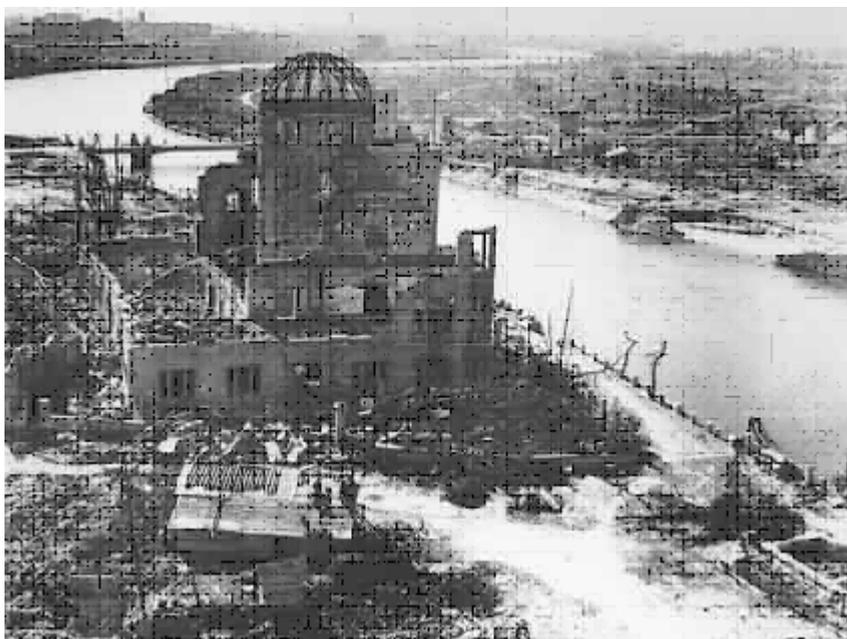
Фиг. 11. Експлозията на урановата бомба „Литъл Бой“ над Хирошима на 6 август 1945 г. в 9,15 часа

Труман съобщава на Уинстън Чърчил за успешния опит с атомна бомба в Аламогордо, Ню Мексико. Малко по-късно се взема окончателно решение бомбата да се използва срещу Япония за ускоряване края на войната и главно за упражняване на натиск върху Сталин (Фиг. 10).

Съобщението на ББС за бомбардировката на Хирошима (Фиг. 11 и 12) е шокираща из-

ненада за всички хора по света, особено за германските физици, интернирани във Фарм Хол [8]. Пацифистът и хуманист Алберт Айнщайн заявява – „Това бе най-голямата грешка в моя живот.“, чувствайки се отговорен за първото писмо до президента Рузвелт. Лео Сцилард, който предлага бомбата да бъде взривена на необитаем остров за демонстрация, е потресен и напуска Лос Аламос.

Наситеното с емоции заявление на Уинстън Чърчил, прочетено от новия министър председател Клемент Атли, представя различните етапи от създаването на атомната бомба, засягайки главно организационните проблеми на мащабния проект. Този исторически документ бележи началото на атомната ера в международната политика. Последвалата трескава надпревара и ядрено превъоръжаване на свръхсилите [3-5] изправи света на ръба на глобалното унищожение.



**Фиг. 12.**  
*Сградата на  
Центъра за  
стимулиране на  
индустрията  
на префектура  
Хирошима,  
която се  
намира точно  
под хипоцентъ-  
ра на взрива.*

#### **4. БЮЛЕТИН НА НОВИНИТЕ НА ББС СЪС ЗАЯВЛЕНИЕТО НА УИНСТЪН ЧЪРЧИЛ ОТНОСНО АТОМНАТА БОМБА,**

**Лондон, 6 август, 1945, 21 часа**

Новините: Те са доминирани от невероятното постижение на съюзническите учени – създаването на атомната бомба. Една бомба беше вече хвърлена върху японска военна база. Само тя има толкова взривна сила, колкото две хиляди от нашите големи десеттонни бомби. Президентът Труман разказа как бомбите са били произведени в секретни американски заводи и прогнозира огромната мирновременна стойност на овладяването на атомната енергия. Заявлението на г-н Чърчил (написано преди смяната на Правителството) описва ранния етап на разработката на проекта в страната и предава историята на неговото развитие.

Фелдмаршал Монтгомери и генерал Айзенхауер обявиха на германския народ предстоящи облекчения през втория период на Военното правителство и го призоваха да помогне за възстановяване на своята страна.

Един принц и петима генерали дадоха показания на защитата в процеса на Петен.

У дома беше слънчев почивен ден с гръмотевични бури; рекорден брой зрители наблюдаваха мача по крикет в Лордс, където Австралия постигна 273 точки в 5 викета. Новините ще завършат със звукова картина от неделния Лондон.

Най-голямата разрушителна сила, създадена някога от човешка ръка – атомната бомба – влезе в действие тази сутрин. Британски, американски и канадски учени успяха в това, в което германците се провалиха, в овладяване на фундаменталната сила на Вселената; понастоящем атомната енергия се използва за военни цели, но по-нататъшни изследвания се очаква да я направят използваем източник на енергия, който да замести въглищата, петрола и водноелектрическите централи.

Бомбата, хвърлена днес върху военната база на Хирошима, бе пресметната за експлозия, еквивалентна на взрива на двадесет хиляди тона ТНТ – т.е. две хиляди пъти силата на десеттонните бомби, използвани от Кралските ВВС. До момента няма новини за причинените разрушения – разузнавателните самолети не можаха да видят нищо часове по-късно поради чудовищната покривка от дим и прах, които все още забулва града, обитаван някога от над триста хиляди жители.

Президентът Труман съобщи за новата бомба от Вашингтон днес следобед. Той каза, че тя ще помогне за приключване на войната. Потсдамският ултиматум беше издаден на 26 юли, за да пощади японския народ от пълно унищожение. Японските ръководители отхвърлиха незабавно ултиматума. „Сега“, заяви той, „ако японците не приемат нашите условия, очаква ги унищожителен въздушен порой, невидан досега на Земята.“

Съюзниците изразходваха петстотин милиона фунта за това, което президентът Труман нарече най-големия научен покер в историята – и те спечелиха. Британски, американски и канадски учени работиха съвместно; по решение на г-н Чърчил и на покойния президент Рузвелт заводите за производство на бомбата бяха построени в САЩ, защото през 1942 г. Британия бе все още атакувана от въздуха и заплашена от интервенция.

Повече от 125 хиляди души бяха заети с построяването на заводите и 65 хиляди работят в тях понастоящем. Малко от тях знаеха какво произвеждат; на входа те виждаха огромни количества суров материал и нищо на изхода – защото размерите на взривния заряд са много малки. За да запазят тайната, в някои заводи работниците се подлагаха на доброволно интерниране; те и техните семейства живееха в бараки.

През последните няколко часа на бял свят излязоха много истории за научната работа, свързана с освобождаването на атомната енергия. Г-н Стимсън, американският министър на войната, заяви че за изработване на бомбата е използван уран, и че са били предприети стъпки за достатъчно снабдяване със суровина. Г-н Стимсън каза още, че учените са уверени, че атомната бомба може да получи по-нататъшно развитие. Фактът на едромащабното освобождаване на атомната енергия означава, че тя непременно ще бъде използвана в мирновременната промишленост; това обаче ще изисква значителни изследвания за построяване на машините, за използване на тази енергия.

Тазвечершното заявление на Министър председателя от Даунинг стрийт № 10 (резиденцията на британския Министър председател) се отнася до участието на страната в новото откритие. Г-н Атли каза: „Преди смяната на правителството г-н Чърчил бе подготвил следното изявление и сега аз ще го прочета, както той го е написал.

„През 1939 г. международната научна общност се убеди във възможността за освобождаване на енергия от атомното делене. Многобройни и големи проблеми трябваше да бъдат решени за практическото осъществяване на тази възможност и малко учени биха се осмелили да прогнозираят по онова време, че атомната бомба ще бъде готова за използване през 1945 г. Независимо от това потенциалът, заложен в проекта, бе толкова голям, че правителството на Негово Величество сметна за правилно да бъдат извършвани изследвания, въпреки многото противостоящи становища сред нашия научен персонал. На този етап изследователската дейност беше концентрирана в нашите университети, главно Оксфорд, Кеймбридж, Лондон (Импириал Колидж), Ливерпул и Бирмингам. По време на съставянето на коалиционното правителство, отговорността за координацията на дейността и за нейния напредък бе поверена на Министерството на самолетостроенето, съветвано от комитет от изтъкнати учени ръководени от сър Джордж Томсън.

По същото време, по силата на общо спаразумение за обединяване на научната информация, между учените, провеждащи тази дейност в Обединеното кралство и в САЩ съществуваше пълен обмен на идеи. Беше постигнат такъв напредък, че през лятото на 1942 г. комитетът на сър Джордж Томсън докладва за реална възможност атомната бомба да бъде произведена преди края на войната. В края на август 1941 г. лорд Черуел, комуто бе възложено да ме информира за всички тази и други технически разработки, докладва за постигнатия значителен прогрес. Общата отговорност за научните изследвания, провеждани под ръководството на различните технически комитети, бе поверена на лорд председателя на съвета сър Джон Андерсън. При тези обстоятелства (отчитайки и ефекта от конвенционалните взривни вещества, които изпробвахме неотдавна) на 30 август за докладвах обстановката пред Комитета на началник щабове по следния начин:

„До генерал Исмей за Комитета на началник щабове. Макар да съм лично доволен от съществуващите взривни вещества, аз чувствам, че не бива да оставаме на пътя на подобренията, и затова мисля, че трябва да се предприемат действия в смисъла, предложен от лорд Черуел, и че отговорен министър от кабинета трябва да бъде сър Джон Андерсън. Ще се радвам да науча мнението на Комитета на началник щабове.“

Комитетът на началник щабове препоръча да се действа незабавно с най-голям приоритет. След това беше решено работата да се ръководи от специално отделение към Отдела за научни и промишлени изследвания, и

Империял Кемикъл Индъстрииз ООД се съгласи да освободи У.А.Ейкърз, за да може същият да възглави този директорат, който от съображения за сигурност ние наричахме Директорат за „Тръбна сплав“. След като сър Джон Андерсън престана да изпълнява длъжността лорд президент и бе натоварен с управлението на обществените средства, аз го помолих да продължи да наглежда тази дейност, за което той имаше специална квалификация. Съвет-ваше го консултативен съвет, ръководен от него и включващ президента на Кралското дружество, председателя на научния консултационен съвет на кабинета, секретаря на Отдела за научни и промишлени изследвания и лорд Черуел. В комитета участваше също министърът на самолетостроенето по онова време лорд Брейбазон.

Под председателството на г-н Айкърз работеше също технически комитет, в който заседаваха учените, ръководещи различните сектори на разработката, и някои други лица. Този комитет беше първоначално съставен от сър Джеймс Чадуик, професор Пайерлз и д-р Халбан, Саймън, и Слейд. Покъсно към него се присъедини сър Чарлз Дарвин и професорите Кокрофт, Олифант, и Федър. Широко използвани бяха също така университетски и промишлени лаборатории.

На 11 октомври 1941 г. президентът Рузвелт ми изпрати писмо с предложение по-нататъшните усилия по тази важна разработка да бъдат координирани и дори предприемани съвместно. Съответно всички британски и американските усилия бяха обединени и много британски учени, работещи по проекта, заминаха за САЩ. Извън споменатите контакти тази дейност се пазеше в пълна тайна и нито един отделен човек не бе информиран, ако неговата работа не бе необходима за напредъка.

През лятото на 1942 г. разширената изследователска програма потвърди с по-голяма увереност и на по-широка база обещаващите предвиждания, направени една година по-рано, и настъпи моментът да се решава дали да се продължи или не със строеж на едромашабни производствени мощности. Предварителните експерименти показаха междувременно, че съответните заводи ще бъдат огромни предприятия, както бяха описани в днешното американско заявление.

През този период Великобритания бе напълно ангажирана с военно производство и ние не можехме да си позволим такова далеч отиващо вмешателство в текущата програма за въоръжаване, от която зависеха нашите военни операции. Освен това, Великобритания попадеше в обсега на германските бомбардировачи и рискът от атаки по въздух и море не можеше да бъде пренебрегван. САЩ обаче, където бе постигнат аналогичен напредък в работата, бяха свободни от тези опасности. Затова бе взето решение заводите за едромашабно производство да бъдат построени в САЩ. Строителството на тези огромни заводи в САЩ бе ръководено от г-н Стимсън, американския

министър на войната, и от американската военна администрация, чиято отлична работа и чудесна секретност заслужава възхищение. Сега всички практически усилия и свързаните с тях огромни разходи паднаха върху властите на САЩ, които бяха подпомогнати от много британски учени. Съотношението на британските и американските приноси беше договорено при разговорите между починалия президент Рузвелт и мен и беше образуван Общ политически комитет.

Канадското правителство, чиито принос бе най-ценен, осигури необходимия суровинен материал за целия проект, а също така необходимите условия за разработката на една част от проекта, която бе проведена в Канада съвместно от трите правителства.

Лекотата, с която бяха осъществени договореностите за сътрудничество от 1943 г., е щастлив знак за нашите бъдещи отношения и отразява голямото доверие във всички участници – в членовете на Общия политически комитет, който ние съставихме; в ентузиазма, с който нашите учени и техници даваха най-доброто от себе си – в частност сър Джеймс Чадуик, който изостави работата си в Ливерпул, за да работи като технически съветник на представителите на Обединеното кралство в Политическия комитет и не пестеше своите усилия; и не на последно място на щедрия дух, с който всички организации в САЩ посрещнаха нашите мъже и им дадоха възможност да работят за общата кауза.

По Божия милост британската и американска науки изпревариха германските усилия. Същите се провеждаха в значителен мащаб, но бяха твърде изостанали. Владееенето на тези сили от германците по всяко време би променило изхода на войната и всички запознати с проблема чувстваха дълбока загриженост. Нашите секретни служби и ВВС направиха всичко възможно за да локализират в Германия цели, наподобяващи заводите създадени в САЩ. Най-смелите нападения бяха проведени в Норвегия през зимата на 1942/43 г. в два случая от малки контингенти британски командоси – доброволци и норвежки сили с много големи загуби в жива сила. Нападенията бяха насочени срещу запаси от продукта, наричан „тежка вода“, вещество, което участва в един от възможните процеси. Второто от двете нападения беше напълно успешно.

Цялото бреме на изпълнението, включително построяването на заводите и практическото внедряване в тях на много технически процеси, съставляват един от най-големите триумфи на американския – а също и на човешкия – гений, за които говорим. Нещо повече, за решението да изразходва такива огромни средства за проект, наистина надеждно осъществен от американските и британски изследователи, който обаче оставаше едно рисковано начинание, трябва да отдадем почит на президента Рузвелт и неговите съветници.

Сега Япония трябва да разбере в ослепителния блясък на първата поразила я атомна бомба какви необозрими последици ще има това ужасно средство за поддържане на законния ред в света.

Овлаждането на тайните на природата, дълго и милостиво държани далеч от хората, трябва да предизвика най-сериозно отражение в съзнанието и съвестта на всяко човешко същество, способно да разсъждава. Наистина, трябва да се молим тези ужасни средства да доведат до мир между народите и, вместо да причинят неимоверни опустошения на земното кълбо, да станат неизчерпаем източник на световно благоденствие.

Това е краят на изявлението на г-н Чърчил относно атомната бомба“

*Пълният текст на изявлението на Уинстън Чърчил е взет от [9].*

### **Литература:**

[1] Тодоров, Ив., Вернер Хайзенберг (1901-1976), Светът на физиката (СФ) **25** (2002), № 1, 38 и № 4, 319.

[2] Ахабабян, Н., Ученият и властта: щастливият неуспех на немските физици, СФ **16** (1993) №1, 31

[3] Ахабабян, Н., Мит и реалност около създаването на съветската атомна бомба, СФ **21** (1998) №2, 107 и №3, 188.

[4] Ахабабян, Н., Скорпионите в бутилката: Паралелна история на създаването на водородните бомби в САЩ и СССР, СФ **25** (2002) I част, №. 1, 21, II част № 4, 319.

[5] Неизпратено писмо на Нилс Бор до Вернер Хайзенберг по повод срещата им в Копенхаген, превод М.Бушев, СФ **25** (2002) №. 3, 250.

[6] Майкъл Фрейн, Копенхаген (пиеса), превод М.Бушев, СФ **25** (2002) № 1, 83, № 2, 184, № 3, 286, № 4, 385.

[7] Рехенберг,Х., Документи и спомени за срещата на Бор и Хайзенберг през 1941 г., превод Р.Попиц, СФ **26** (2003) № 1, 38.

[8] Лекцията на Вернер Хайзенберг във „Фарм Хол“ (14 август 1945), превод Хр.Протохристов, СФ **26** (2003) № 2, 128.

[9] J.Bernstein, D.Cassidy, Hitler's Uranium Club, Springer-Verlag, New York, 2001.

[10] W.Heisenberg, Gesammelte Werke, Ed. W.Blum et al., Springer-Verlag, Berlin 1989, Band 2

Превод и коментар: **Христо Протохристов**

## РАДИОАКТИВНИТЕ ВЕЩЕСТВА И ПО-СПЕЦИАЛНО РАДИЯТ (Нобелова лекция, 6 юни 1905 г.)

Пиер Кюри

Позволете ми преди всичко да кажа колко съм щастлив днес да говоря пред Академията на науките, която удостои г-жа Кюри и мен с голямата чест да ни присъди Нобеловата награда. Дължим ви и извинение за нашето толкова закъсняло идване в Стокхолм, причината за което не бяхме ние.

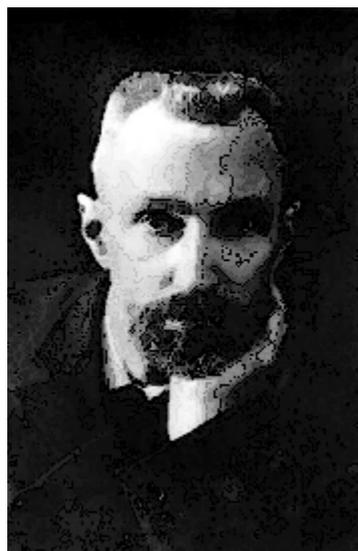
Днес ще говоря за свойствата на радиоактивните вещества и по-специално на *радия*. Не бих могъл да се огранича само с нашите изследвания. През 1898 г. в началото на нашата работа в тази област ние, заедно с Бекерел, бяхме единствените, които се заинтересувахме от този проблем. Оттогава е извършено много и днес не е възможно да се говори за радиоактивността, без да се споменат резултатите от изследванията на голям брой физици като Ръдърфорд, Дъобиерн, Елстер и Гайтел, Жизел, Кауфман, Крукс, Рамзей и Соди, изброявайки тук само малко от онези, на които се дължи значимият прогрес в познанията за радиоактивността.

Ще ви разкажа накратко как беше открит радият и ще дам кратко описание на неговите свойства, а след това ще говоря за следствията в различни клонове на науката от новите знания за радиоактивността.

През 1896 г. Бекерел откри ново излъчване от урана и неговите съединения. Уранът излъчва лъчи с много нисък интензитет, които оставят следи върху фотографски плаки. Тези лъчи минават през черна хартия и метали и правят въздуха електропроводящ. Радиацията не се изменя с времето и причината за нейната поява е неизвестна.

Г-жа Кюри във Франция и Шмид в Германия показаха, че торият и неговите съединения притежават същите свойства. През 1898 г. г-жа Кюри показа също, че от всички химични вещества, приготвени или използвани в лабораторията, само съдържащите уран или торий изпускат лъчите на Бекерел. Ние нарекохме тези вещества *радиоактивни*.

Следователно радиоактивността представлява атомно свойство на урана



и тория и едно вещество е толкова по-радиоактивно, колкото повече уран и торий съдържа то.

Г-жа Кюри направи изследване на минералите, съдържащи уран и торий, и според току-що казаното те всички са радиоактивни. Но докато провеждаше тези изследвания, тя откри, че някои от тях са по-радиоактивни, отколкото следва от съдържанието на уран и торий в тях. Тогава г-жа Кюри предположи, че в тези вещества се съдържат неизвестни още радиоактивни химични елементи. Ние, г-жа Кюри и аз, насочихме усилията си за откриване на тези нови хипотетични вещества в урановата руда *пехбленда*. С помощта на химичен анализ на този минерал и с отделяне на радиоактивната част след всяка обработка, най-напред намерихме силно радиоактивно вещество с химични свойства, близки до тези на бисмута, и го нарекохме *полоний*. След това, в сътрудничество с Бемонт, намерихме второ силно радиоактивно вещество със свойства, подобни на бария, и нарекохме този елемент *радий*. Накрая, Дьобиерн успя да отдели трето радиоактивно вещество – *актиний*, принадлежащо към групата на редките земи.

В пехблендата има само следи от тези вещества, но тяхната радиоактивност е огромна, около два милиона пъти по-голяма от тази на урана. След обработката на огромно количество руда ние успяхме да получим достатъчно количество радиоактивна бариева сол, от която по метода на последователното фракциониране извлякохме радия под формата на чиста сол. Радият е най-тежкият хомолог на бария в групата на алкалоземните метали. Неговото атомно тегло, определено от г-жа Кюри, е 225. Радият притежава характерен атомен спектър, който беше най-напред открит и изследван от Дьомарсе, а след това от Крукс и Рунге, както и от Прехт, Екснер и Хашек. Атомният спектър е много чувствителен за откриване на следи от радия, но много по-чувствителна е радиоактивността, която той излъчва.

Въздействията на излъчването на радия е силно и разнообразно.

Различни експерименти показват, че лъчите от радия разреждат електроскоп даже и след като са преминали през няколко сантиметра олово, че присъствието на радий може да предизвика електрична искра, че те предизвикват фосфоресценция в кристали на бариев платиноцианид, вилемит (цинков сулфид) и кунцит. Лъчите на радия предизвикват оцветяване на стъкло, радиацията от радия предизвиква термолуминесценция на флуорида и ултрамарина, с радия могат да се правят радиографии.

Радиоактивните източници, както е радият, представляват непрекъснат източник на енергия. Тази енергия се проявява чрез радиацията. Аз показах също, в сътрудничество с Лаборд, че радият непрекъснато излъчва топлина, около 100 калории на грам в час. Ръдърфорд и Соди, Рунге и Прехт, както и Кнут Ангшрьом също измериха излъчената топлина от радия и изглежда, че тя остава същата няколко години по-късно. Нейната непро-

менливост с времето показва, че освободената от радия енергия е значителна.

Изследванията на голям брой физици (Майер и Швайдлер, Жизел, Бекерел, П. Кюри, г-жа Кюри, Ръдърфорд, Вилард и др.) показаха, че лъчите, изпускани от радиоактивните вещества, са три вида, наречени от Ръдърфорд  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -лъчи. Те се отличават едни от други по действието на външно магнитно поле, което изменя траекторията на  $\alpha$ - и  $\beta$ -лъчите, а на  $\gamma$ -лъчите не влияе.

$\beta$ -лъчите, подобно на катодните лъчи, имат поведение на отрицателно заредени частици с маса, 2000 пъти по-малка от тази на водородния атом (електроните). Ние проверихме, г-жа Кюри и аз, че  $\beta$ -лъчите са носители на отрицателно електричество.  $\alpha$ -лъчите, подобно на каналните лъчи на Голдщайн, се проявяват като частици, 1000 пъти по-тежки и заредени с положително електричество.  $\gamma$ -лъчите са подобни на рентгеновите лъчи.

Няколко радиоактивни вещества като радия, актиния и тория въздействат на средата и по друг начин освен преките лъчения – въздухът около тях става радиоактивен и Ръдърфорд предполага, че всяко от тези вещества излъчва нестабилен газ, който той нарече *еманация* и който се разпръсква във въздуха около радиоактивното вещество.

Активността на газовете, които са станали радиоактивни по този начин, изчезва спонтанно по експоненциален закон с времеконстанта, характерна за всяко от горните радиоактивни вещества. Следователно може да се каже, че еманацията на радия намалява наполовина след 4 дена, тази на тория намалява наполовина всеки 55 секунди, а тази на актиния – всеки 3 секунди.

Твърди вещества, които са поставени в активния въздух около радиоактивни вещества, стават самите те временно радиоактивни. Това явление – *индуцирана радиоактивност* – беше открито от г-жа Кюри и мен. Индуцираната радиоактивност, както и еманацията, е също нестабилна и спонтанно намалява според експоненциалния закон за всяко от радиоактивните вещества.

*Експерименти:* Стъклена тръбичка с радиева еманация, която беше донесена от Париж; разреждане на електроскоп от индуцирана радиоактивност; фосфоресценция на цинков сулфид под действие на еманацията.

Накрая, според Рамзей и Соди, радият е източник на непрекъснато и спонтанно образуващ се хелий.

Радиоактивността на урана, тория, радия и актиния изглежда е неизменна за период от няколко години, а тази на полония намалява експоненциално, тя намалява наполовина след 140 дена и след няколко години изчезва почти напълно.

Това са основните факти, които бяха установени с усилията на голям брой физици. Няколко явления от тях са вече изучени всеобхватно.

Последствията от тези факти са важни за всички клонове на науката.

Значението на тези явления за *физиката* е очевидно. Радият представлява ново изследователско средство в лабораториите, той е източник на нови лъче-

ния. Изучаването на  $\beta$ -лъчите е вече много плодотворно. Беше установено, че това изследване потвърждава теорията на Дж. Дж. Томсън и Хевисайд за масата на движещи се заредени частици, според която част от масата се дължи на електромагнитната реакция на етера на вакуума. Опитите на Кауфман с  $\beta$ -лъчите на радия доведоха до предположението, че скоростта на някои частици е много близка до тази на светлината, а според теорията, с приближаване към светлинни скорости масата се увеличава със скоростта и тогава цялата маса на частицата има електромагнитна природа. Ако се допусне, че веществото представлява конгломерат от електрично заредени частици, е ясно, че *фундаменталните принципи на механиката* трябва да се изменят.

Последствията за *химията* от познанията ни за свойствата на радиоактивните вещества са може би още по-важни. И това ни води до идеята за нов източник на енергия, която поддържа радиоактивните явления.

В началото на нашите изследвания предположихме, че новите явления могат да се обяснят чрез две различни и много общи хипотези, описани от г-жа Кюри през 1899 г. и 1900 г. (*Revue Générale des Sciences*, 10 януари 1899 г., и *Revue Scientifique*, 21 юли 1900 г.).

1. В първата хипотеза се предполага, че радиоактивните вещества извличат от външна радиация изпусканата от тях енергия и тяхната радиация се явява вторична. Не е абсурдно да се предположи, че в пространството постоянно преминават много проникващи лъчения и някои вещества могат да ги захващат в движение. Според една неотдавнашна работа на Ръдърфорд, Кук и Макленан, подобна хипотеза изглежда полезна за обяснение на част от изключително слабото лъчение, изпускано от повечето вещества.

2. Втората хипотеза предполага, че освободената енергия от радиоактивните вещества се съдържа в самите тях. В такъв случай радиоактивните вещества биха ще еволюират и бавно, но прогресивно ще се трансформират, въпреки очевидната неизменност на някои от тях. Количеството топлина, освободено от радия за няколко години, е огромно в сравнение с топлината, освободена при химична реакция от същото количество вещество. Тази освободена топлина представлява енергията за превръщане на една изключително малка част от радия и тя е толкова малка, че нейната промяна не би могла да се забележи даже и за няколко години. От това следва, че превръщането е много по-дълбоко от обикновено химично превръщане, даже съществуването на атома е поставено под въпрос, фактически става превръщане на елементите.

Втората хипотеза изглежда е много по-плодотворна за обяснение свойствата на радиоактивните вещества. В частност, тя дава веднага обяснение за спонтанното изчезване на полония и получаването на хелий от радия. Тази теория за превръщане на елементите е разработена и формулирана с голяма яснота от Ръдърфорд и Соди, които казват, че има непрекъснато и необратимо разпадане на атомите на радиоактивните елементи. В теорията на Ръдърфорд продуктите на разпадане са от една страна изпуснатите лъчи, а от друга

– еманацията и индуцираната радиоактивност. Последните могат да бъдат нови газове или твърди радиоактивни вещества, често с бърза еволюция и с по-малки атомни тегла от теглото на началния елемент. От тази гледна точка, когато се отдели от другите елементи, животът на радия е неминуемо ограничен. В природата радият винаги се намира заедно с урана и може да се предположи, че той се получава от него.

Това наистина представлява теория за превръщане на елементите, макар и не в смисъла, който са влагали в това алхимиците. Неорганичната материя сигурно се променя с течение на времето и в съответствие с неизменни закони.

Заради това неочаквано следствие явлението радиоактивност може да бъде важно за геологията. Беше установено например, че в минералите радият винаги придружава урана. Беше даже установено, че количественото отношение на радия към урана е постоянно във всички минерали (Болтууд). Това потвърждава идеята за създаване на радия от урана. Тази теория може да се разшири като се приложи и за други връзки между елементи, които често се срещат в минералите. Може да си представим, че някои елементи са били формирани в даден участък от повърхността на Земята или че за време от порядъка на геологичните периоди те са произлезли от други елементи. Това е нова гледна точка, която геолозите би трябвало да имат предвид.

Елстер и Гайтел показаха, че радиевата еманация е много разпространена в природата и че радиоактивността вероятно играе важна роля в метеорологията, тъй като йонизацията на въздуха провокира кондензация на водни пари.

Накрая, лъчите на радия и неговата еманация дават интересни ефекти в биологичните науки. Сега тези ефекти се изследват. Лъчите на радия се използват при лечението на някои болести (лупус, рак, нервни болести). В някои случаи тяхното действие може да е опасно. Ако в продължение на няколко часа човек държи в джоба на жилетката си дървена или картонена кутийка с ампула, в която има няколко сантиграма радиева сол, той няма да усети нищо. Но 15 дена по-късно по кожата му се появява зачервяване, а след това и много трудно заздравяваща рана. По-продължително действие би довело до парализа и смърт. Радият трябва да се пренася в дебела оловна кутия.

Може даже да се предположи, че в престъпни ръце радият би бил много опасен. Тук възниква въпросът дали човечеството печели от опознаване тайните на природата, дали то е готово да се възползва от тях или тези знания ще са вредни за него. Типичен пример в това отношение са откритията на Нобел. С мощните експлозивни хората могат да правят прекрасни работи, но те са и ужасно средство за унищожаване, ако попаднат в ръцете на големи престъпници, които искат да доведат народите до война. Аз съм един от тези, които заедно с Нобел вярват, че новите открития ще донесат повече полза на човечеството, отколкото вреда.

Превод: А. Минкова

## ТЕЧНА ЛИ Е АРХИТЕКТУРАТА?

Хорст Бредекамп

Книгата „Пространство, време и архитектура“ (1941, Кембридж) от цюрихския архитект Зигфрид Гидион възбужда реакцията на Алберт Айнщайн, изразена в сатирично стихотворение и категорично определение – *многозначност без никаква разумна основа*.

Оценката му не успява да попречи на успеха на книгата с нейната теза, че рационалната страна на природонаучните резултати по принцип е недостатъчна, докато емотивното изкуство, съчетавайки математическото изчисление с интуитивно чувство, може да изрази цялата сложност на човешките дела.

Предположението, че науката на Айнщайн може да се постави в тясна връзка с модерното изкуство, така че двете неща взаимно да се обясняват на огледален принцип, допринася за повторното приемане на авангарда в следвоенна Германия. Това родство сякаш изчерпва съдържанието на века отвъд всякакви войни и тоталитаризми. Теорията на относителността и авангардът в своята заедност ярко контрастират на сивотата на ХХ век.

Като студен душ подежда опитът на изкуствоведката Линда Хендерсън да обоснове в исторически план съпротивата на Айнщайн срещу сравняването на физиката с авангарда. Със своя опус „Четвъртото измерение и неевклидовата геометрия в модерното изкуство“ (1983) тя успява да докаже, че поне френските кубисти около Жан Метцингер са провокирани не толкова от теорията на относителността на Айнщайн, колкото от разширяването на Евклидовите пространства, обосновано от Бернхард Риман и Анри Поанкаре. Нейната многократно награждавана книга разрушава основата на един от културните митове на ХХ век. Така се приключва с възможността да се изсече един единствен възпоменателен медал за науката и изкуството.

В изложението на Хендерсън от самото начало смущаваше фактът, че тя преднамерено заобикаля немскоезичния и холандския авангард, но материалът от френското пространство изглежда съкрушителен. През последните 20 години не се появи подобно задълбочено разглеждане на въпроса доколко се съотнасят теорията на Айнщайн и авангардът.

Затова изследването на изкуствоведа Улрих Мюлер, публикувано в началото на 2005, годината на Айнщайн, е истинско попадение. В проучванията си върху Баухаус и университетската култура на Йена, Мюлер наваксва пропуснатото от Хендерсън, като се съсредоточава върху две страни на ваймарската култура. Той разкрива подробно как възниква новата архитектурна теория в конкуренцията между Валтер Гропиус, Лудвиг Мис ван дер Рое и Тео ван Досбург, който се позовава на теорията на относителността на Айнщайн в опита си да интегрира времето измерение в архитектурата.

Елементите на тази теория принадлежат към канона на историята на

архитектурата. Ново обаче е разбирането, че понятието на Паул Клее *fiessen Raum*, което Филип Джонсън популяризира през 1947 като *floating space* („преливащо пространство“), е уточнено в дискуссионната атмосфера. Тухлената вила на Мис ван дер Рое от 1923/24 винаги се е смятала за олицетворение на привидно движеща се, възприемаща музикалната ритмика архитектура. Тук обаче тя се разглежда като олицетворение на разгънатата дискусия, която извежда идеята за пространство-време от съвременната физика.

Мюлер представя един посредник между Айнщайн и главните герои на Баухаус – йенския професор по физика Феликс Ауербах, който в два труда от 1905 и 1921 изяснява теорията на относителността на Айнщайн и впечатлява редица художници с дългогодишните си занимания с физика на изкуствата. Близкото му приятелство със съвременни художници като Едвард Мунк проправя пътя за дискусия с действащите лица от Баухаус.

В тази мрежа от интелектуални връзки и лични познанства Ауербах успява да натовари Валтер Гропиус и Адолф Майер с построяването на къщата му в Йена, която по своя раздвижен, неопределен характер отговаря на духа на „преливащата“ архитектура. При анализ и на други сгради на Мис ван дер Рое, създадени в тази атмосфера, започват да се различават елементи на една колкото витаеща, толкова и преливаща архитектура, която се опитва да придаде на статиката на постройката динамиката на времето измерение. Тези елементи преминават в легендарната вила на Грете и Фриц Гендхат в Бърно, която със своята стена от оникс постига вътрешна диалектика на спокойствие, витаене и изтичане.

**Пространствено-времевият континуум вдъхновява Баухаус.** Изследването на теорията и практиката на Баухаус разкрива как, без да подозират, архитекти като Валтер Гропиус, Мис ван дер Рое са били заплетени и вдъхновени от представата на Айнщайн за пространство-времевия континуум. Същото се отнася и за Паул Клее, който повтаря един от мисловните експерименти на Ауербах. За да направи разбираема теорията на относителността с нейната необяснимост, той връща с едно стъпало назад скока от третото в четвъртото измерение. Представя си интелигентни, но възприемащи само две измерения същества сенки, които живеят в една плоскост и при навлизането на пространствени образувания, например топки възприемат само движещи се във времето равнини. Триизмерният човешки свят се проектирал аналогично върху четвъртото измерение на Айнщайн.

Графични елементи от този мисловен експеримент са се промъкнали в Педагогически бележник от 1925 г. на Паул Клее, сенките на Ауербах населяват повърхнините на пода и стените в акварела „Перспектива на стая с обитатели“ от 1921 – един сюрреален, колкото завладяващ, толкова и дистанциращ начин. Така Клее заема специално място във визуализирането на пространство-времевия континуум. Неговото решение е убедително, защото му е било свършено ясно, че трябва да остане на равнището на метафората.

Живописата му се вижда принципно неспособна да достигне динамично представяне на пространството.

За Гропиус и Мис ван дер Роє този проблем се поставя по друг начин, защото тяхното разбиране за архитектура предполага движещ се, обходящ и обикалящ около сградата наблюдател като динамичен потребител. И те остават на метафорично ниво – то обаче включва идеята за възприемане на времето по тактилно-телесен начин като функция и съставна част на движението в пространството.

**Художественото изображение неправилно или грешно.** Онова, което Гропиус и Мис ван дер Роє приемат от теорията на относителността, засяга нерва на собствените им усилия да придадат форма на движението зад повърхността. Не става дума, че са развили по-задълбочено разбиране на теорията на относителността, вероятно само Ел Лисицки е притежавал необходимите предпоставки. Това не отнема нищо от продуктивността на техните схващания. Отношението на теорията към художествената практика винаги се е разигравало по такъв дистанциран начин, а въпросът дали теорията на относителността е представена „правилно“ води до кичозни представи.

Всички аналогии между теорията на относителността и художествения авангард срещат твърдия отказ на Айнщайн. Подминава се обаче фактът, че художниците се ориентират по собствените си постижения, които нямаше да бъдат по същия начин вдъхновени и предизвикани без крехките опити да разберат теорията на относителността.

Изследването на Мюлер утвърждава отношенията между теорията на относителността и изобразителното изкуство, като авторът приема за погрешно поставен въпросът дали това отношение е правилно разбрано. Той предлага паралели, които никога не се пресичат, но произвеждат напрежение, от което художниците могат да извлекат продуктивна провокация. Тук се отнася и понятието за динамична, преливаща архитектура, която трябвало да се превърне в едно от постиженията с най-много последици в архитектурната история на XX век.

Съвременните учени в нанотехнологията, генетиката и невробиологията постоянно подчертават, че вдъхновението и утопичните им цели са дълбоко провокирани от научната фантастика, от романите и филмите. Това не е нещо ново. Математическата сатира на Едуин Абът (*английски училищен директор, теолог, писател*) „Плоска земя“ (Flatland) набляга на това още през 1884, когато математиката на N-тите пространства е в устата на всички. Мюлер на много места се занимава с романтичната представа на Шелинг и Шопенхауер за архитектурата като застинала музика, но преди всичко с теорията на Новалис, че пространството и времето трябва да се разбират като взаимнообслужваща се цялост. Можем само да си пожелаем книга, която да разгледа проблема от перспективата на естествените науки по начин, съответен на това задълбочено изследване.

## ВЪЛНУВАЩО ПЪТЕШЕСТВИЕ НА ПОЗНАНИЕТО: ОТ КВАРКА ДО ЯГУАРА И НАЗАД

*„Едно от най-големите предизвикателства пред съвременната наука е да проследи смесването на простотата и сложността, на закономерност и случайност, на ред и безредие нагоре по стълбата от физиката на елементарните частици и космологията до сферата на сложните адаптивни системи“*

*Мъри Гел-Ман*

Неведоми са пътищата ... на българското книгоиздаване, Господи! Но когато те са ни извели на такова сияйно място, халал Ти са намеренията... Когато преди осем години „Светът на физиката“ („Четиво с продължение“, т.ХХІ, 1998 г.) представи близо 100 „избрани“ (от М. Бушев) страници от фундаменталния опус на един от знаменитите съвременни физици Мъри Гел-Ман и през ум не ни е минавало, че на българския пазар ще се появи цялцеленичък „Кваркът и Ягуарът“ (Изд-во „Прометей“, 2006 г., превод М.Бушев – за съжаление, в издателското каре не споменато нищо за оригиналното издание от 1994 г., от което вероятно е направен преводът).

Тази книга не е от луксозните, лъскави и тежки като „Шифърът на Леонардо“ например – много подходящи за впечатляващ подарък на човек, за когото нямаш много високо мнение, не е за четене в автобус (особено Софийски!) или на плажа (особено Созополски). Тя въобще не е научно-ПОПУЛЯРНА! „Не е и научен трактат“ – обявява и обосновава авторът. Наистина, в нея няма почти нито една формула, или ако ги има, те са от гимназиалните ни учебници. Вярно е, че всичко е обяснено „в проза“, но не си правете илюзията, че ще разберете неща, които срещате за пръв път. Тя ще ви помогне да си изясните някои неща, за които сте полагали изпити в университета, ще ви напомни за много интересни завоевания на науката, за които сте чували след това. Като лазерен лъч мисълта на Гел-Ман прониква



през различни мъгляви (за нас) области, за да докосне непроницаеми тайни, за да те отведе до лазурни области на познанието и да те изправи пред множеството останали нерешени проблеми и зашеметяващи въпроси. И да се почувстваш горд, и да останеш оптимист, макар и надвесен над бездната от неизвестното и непонятното...

Така е, когато се опитваш да общуваш с Мъри Гел-Ман – един от най-ярките и оригинално мислещи творци, чиито идеи доминираха сред изследователите (теоретици и експериментатори), занимаващи се с физиката на елементарните частици и високите енергии през втората половина на ХХ век. След като „... в гимназията физиката беше най-тъпият предмет в цялата програма и единственият, по който имах лоши бележки“, той завършва блестящо Калифорнийския технологичен институт в Пасадена, за да стане там професор по теоретична физика на 26 годишна възраст. Той е на 24 години, когато „имах удоволствието и добрия шанс да предложи няколко полезни идеи в теорията на елементарните частици – разбира се, не от класата на Айнщайн“, както скромно обяснява той. Става дума за нова систематика на елементарните частици, а след още две години – за осемметричния път за тяхната класификация, въз основа на групата SU(3) (съвместно с Ювал Нееман), предсказвайки новата частица  $\Omega^-$  – тя пък веднага е потвърдена на експерименти с ускорителя в Брукхайвън [1]. Обаче, за да обясни тази систематика, той трябва да „измисли“ кварките (едновременно с Дж. Цвайг и независимо от него) и да превърне познатите ни дотогава „елементарни“ протони, неутрони, пиони и пр. с целочислен електричен товар в съставени от „кварки“ – обекти с дробен електричен заряд и нови квантови характеристики като „цветове“ и „аромати“, те пък ненаблюдаеми! Той е на 40 години, когато е удостоен с Нобеловата награда за физика през 1969 г. за тези си приноси. След това участва и в разработването на теория на взаимодействието на тези странни обекти със странни сили помежду си – които се увеличават с увеличаването на разстоянието помежду им – квантовата хромодинамика! Това е съвременната парадигма на физиката на елементарните частици и техните взаимодействия – дъното (засега?) за представата за „най-простите“ съставки на материята. И без да му мигне окото, оттласквайки се него, Гел-Ман катапултира, за да изучава „най-сложното“ – Сложните Адаптивни Системи за Събиране и Използване на Информацията (САССИИ), каквито се оказваме и ние хората, а и самата научна дейност!

Наистина той не е първият и единственият случай [2], когато един Нобелов лауреат изоставя полето, току що засято от него, и тръгва да обработва друго – пустиня или джунгла. Той напуска един от най-престижните научни институти (Калтех, Пасадена) и отива да основава и развива нов научен център с нова тематика – Институтът към университета в Санта Фе в Ню Мексико. „Да създаде интердисциплинална мрежа от малка група на задълбоче-

но разсъждаващи хора“ (трима професори с 5-годишен договор за постоянна работа, няколко десетки „посетители“ със срокове на пребиваване от 1 ден до 1 година, и няколко души помощен административен персонал [3]) с цел: „по-доброто вникване във връзката между простото и сложното, между универсалното и индивидуалното, между основните закони на природата и конкретните земни обекти“. Явно „в института е създаден интелектуален климат, в който учените активно споделят идеите си, търсят пътища за хармонизиране на тези идеи за създаване на полезен синтез между тях винаги, когато това изглежда възможно“, което проличава от широтата и размаха на обсъжданите проблеми и дълбочината на вникване в тях.

Вероятно по различен повод и в различен контекст сте срещали „квантовата функция на Вселената“ или „ръбът на хаоса“; дървоподобната структура – резултат на преплитане и декохеренция на едрозърнестата структура на Вселената с многото истории, всичките равностойно описвани от теорията, но имащи различни вероятности; селекционен натиск и пригодност; „себичен ген“ и ДНК на културата; предимства на половото размножаване и сексуалната активност; аналогията между екология и икономика, между енергетичния баланс и паричните потоци; еволюция на човешките езици и ролята на компютърното симулиране (моделиране) ... до търсене на Извънземен Разум (мога да продължа изброяването до зашеметяване!), но, ха сега, се опитайте да подредите всичко това в пъзела на човешкото познание. Аз нямам такива претенции, след като Гел-Ман го е направил на 600 страници: „как прости правила в съчетание с действия на случайности водят до удивителните сложности, срещани във Вселената“.

И го е направил по какъв блестящ начин! Не мога да не отбележа широтата на неговата култура, обхвата на неговото познание, спектъра на неговите интереси (освен всичко друго, той се ползва със славата на професионален орнитолог). След като беше въвел симетрията  $SU(3)$  за систематиката на елементарните частици, „обосновавайки се“ с 8-те атрибута за правилния начин на живот в будистката религия, и назовал откритите от него частици „кварки“ с име, взето от книга на Джеймс Джойс – „при едно от обичайните препрочитания на „Бдението над Финеган“, както мимоходом съобщава той (не бяха много хората по света, които я бяха чели, а у нас името на този „упадъчен“ автор беше забранено), не се учудих много, когато се натъкнах на метафората на Хорхе Луис Борхес за „градините с разклоняващи се пътеки“, която Гел-Ман използва за да илюстрира „паралелните Вселени“, и изтръпнал очаквах, че ще намеси и Мартин Хайдегер, за да доизясни нещата, но нейсе, размина ни се ... Но ако става дума за метафори, и аз мога да се опитам в тази насока: Бога ми, четейки тази книга, в ушите ми звучеше IX-та симфония на Бетховен, най-вече „Ода на радостта“ ...

Но Гел-Ман изгражда не само глобалната картина на днешната предста-

ва за Света: той начертава и проблемите, стоящи пред обозримото бъдеще на човечеството на Земята. Отбелязвайки все пак, че: „усилието изглежда утопично и вероятно непостижимо, но си заслужава да се опитаме да построим модела на бъдещето – не като програма на действие, а като стимул на въображението ...“ Ще си позволя колаж от няколко по-дълги негови цитата, защото би било кошунство да се преразказва: „Светът, който ние хората виждаме около себе си, съответства на една квазикласическа област, но ние сме ограничени от една твърде огрубена версия на тази област поради ограничените възможности на своите сетивни органи и на инструментите си. Тъй като от нас са скрити толкова много неща, елементът на случайност е още по-засилен“. „Човечеството е изправено пред предизвикателството през следващите няколко десетилетия да осъществи съвкупност от взаимно свързани преходи (...) и да установи „дали съществуват еволюционни сценарии, които да извеждат от сегашното състояние към един по-устойчив свят през XXI век“ (...) „Предвид огромната сложност на многобройните препли-тащи се проблеми, пред които е изправено човечеството, прозорливостта предполага способност да се идентифицират и събират огромни масиви от уместна информация; способност въз основа на тази информация да се правят правилни избори, предлагани от разклоняващите се алтернативни истории на бъдещето, и разумен подбор на опростявания и приближения, при които да не се жертват съществени качествени аспекти и особено ценностните аспекти...“

И тук: ролята на науката (и нейните дейци) за запазване на биологичното и културно разнообразие на Земята, резултат на много милиарди години еволюция, е огромна. „Ние всички сме в положение, което прилича на нощно шофиране с бързо превозно средство през непозната местност, по лош път, около който е пълно с оврази и дерета. Един фар, дори и слаб, може да помогне да се избегнат някои от най-тежките бедствия“

Затова толкова наложително „ние се нуждаем както от промяна в знанията и разбиранията, така и от **разпространението** на тези знания и разбираня“. И даже препоръчва: „Човечеството ще бъде много по-добре, когато структурата на академичното издигане бъде променена така, че селекционният натиск върху научната кариера да благоприятства не само придобиването на информация, но и нейното подреждане“.

Наистина, никой не може да види кварка, а ягуар са виждали малцина (макар че доста хора си го представят като луксозен автомобил). За съжаление, едва ли на някой от нас ще му се удаде възможност да се срещне лично с Гел-Ман, но сега, когато издателство „Прометей“ ни буца в ръцете този негов знаменит опус (срещу 6 Евро!), разминаването с него си остава за негова сметка. Не знам как ще се оправдава пред Свети Петър ...

Макар че с ръка на сърцето, перифразирайки Нилс Бор, заявявам: „Ако

някой каже, че е прочел тази книга, без многократно да му се завие свят, това означава, че той не е разбрал нищичко от нея!“

Н. Ахабабян

### Бележки

[1] – Тогава Гел-Ман е на 26 години и не му пука да предскаже съществуването на нова, съвсем неподозирана странна частица със странни характеристики. За разлика от Дирак, който половин век преди това, макар и на същата възраст, пропуска да предскаже позитрона поради „чиста страхливост“, по собственото му признание пред Гел-Ман

[2] – Доналд Глейзър, построил мехурчестата камера, Нобелов лауреат по физика за 1960 г., следва биология и сега е професор по биология в Калифорнийския университет в Беркли и изследва клетъчните процеси; Ивар Гявер, получил Нобеловата награда по физика през 1973 г. за откриването на тунелния ефект в полупроводниците също се насочва към биологията, изучава клетъчните мембрани и понастоящем е професор в Кембридж; неговия Нобелов „сълауреат“ Байрн Джозефсън пък кривва към нетрадиционната медицината... Виж. Напр. „Прелиствайки Енциклопедията на нобеловите лауреати“, Светът на физиката, кн.3, т.ХVIII, 1998 . Впрочем и заместника на Гел-Ман в Санта Фе и председател на научния съвет на Института, е друга прелетна птица – Филип Андерсън, Нобелов лауреат по физика (1977 г.) за „изследвания на електричните структура на материята и неподредените системи“ (заедно с Невил Мот и Ван Флек).

[3] – ...ако някой прави сравнение с нашенските академични институти или университетски катедри – това си е негов проблем!

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

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

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

## НОВИТЕ ПРОФЕСИИ НА ФИЗИКАТА

(За книгата на Н. Витанов, Зл. Димитрова и Ст. Панчев  
 Популационна динамика и национална сигурност,  
 академично издателство „Марин Дринов“, София, 2005)



„Физиката е пред (или даже в) криза!“. Тревога обхваща все по-силно физическата общност в целия свят. Намалжава притокът на млади учени, намалява броят на студентите във физическите факултети, намаляват часовете по физика в училищата, свива се финансирането за физически изследвания... Даже еуфорията по време на Световната година на физиката не може напълно да успокои растящата тревога от усещането, че „нашата наука е в интелектуална криза, че ние някак си сме загубили ускорение или мотивация“ [1].

Не споделям този песимизъм. Той е своеобразен отзвук от онези времена, когато някои физици (Ф. Жоли, лорд Келвин, М. Борн и др.) са били на мнение, че физиката е пред своя

„край“. При това точно на прага или в началото на 20 в., когато „двете малки облачета на хоризонта на физиката“ (лорд Келвин) дават началото на двете най-големи революции във физиката – теорията на относителността и квантовата механика (вж. напр. [2]). Дали ще говорим за „край“ или за „криза“ на физиката, практически е все едно – и в двата случая има недооценяване на внушителната експанзия на физиката в нови области на познанието. При това става дума не толкова за познатите ни от десетилетия връзки на физиката с техниката, химията, геологията и т.н., но и за новите връзки с науките за живата материя (вж. напр. публикациите [3-5]) и даже с такива „чужди“ на физиката полета на дейност, каквито са икономиката, финансите, физиката на риска и които все по-често намират място на страниците на физическите списания [6-8]. Физическите понятия, идеи и методи играят определяща роля в такива нови интердисциплинни области като науката за процесите на самоорганизация – синергетиката [9], науката за сложността и простотата – плектиката [10] и теорията на детерминистичния хаос [11] (последната съставя теоретичния фундамент на популационната динамика, която е централна тема в обсъжданата книга).

При толкова много на брой и разнообразни по насока нови „професии“ на физиката едва ли може да се говори за застои или криза във физиката. Тъкмо напротив, все повече се разширява обсегът на физическите понятия, идеи, теории и експериментални методи и все по-сложни стават обектите на физическия подход – от живата материя до общностите на живи организми и до човешките общества.

Авторите на разглежданата книга са физици. Обсъжданият от тях проблем на връзката между популационната динамика и националната сигурност се разглежда като съставна част от зародилата се преди няколко десетилетия нова комплексна наука „социофизика“ (социална физика). По този повод те пишат: „в зародилото се през 70-те години на миналия век ново научно направление социофизика систематично започват да се прилагат идеите на статистическата физика и теорията на фазовите преходи за описанието на социални, психологически и икономически явления“ (с. 109).

В конкретния случай авторите стъпват върху добре разработената почва на математическите модели на популационната динамика. Последната има дълга история, в която блесят имената на Томас Малтус (1798 г.; залага основите на естествения подбор при конкуренцията за естествени ресурси), Чарлз Дарвин (1873; *Произход на видовете*), Алфред Лотка (1911; един от първите математически модели в популационна динамика), Вито Волтера (1931; развива теорията на Лотка) и др. Във връзка с това трябва да подчертая направената от авторите компетентна и сбита историческа справка за развитието на математическото моделиране в популационната динамика. Направеният от тях библиографски обзор по темата (гл. 6 „Компютърни симулации и модели в популационната динамика“) сам по себе си е сериозен научен принос.

Избраната от авторите структура на книгата им позволява в относително малък обем да изложат голямо количество актуална и полезна информация. Очертават се 3 основни раздела. В първия раздел – от гл. 1 до гл. 5 – се обсъжда масив от фактори, които определят популационната динамика, както и произтичащите от тях ефекти (най-често рискови) върху националната сигурност. Тук отново трябва да подчертая впечатляващия по своя обхват и задълбоченост обзор на основните проблеми на популацията. По традиция тези проблеми още от времето на Малтус се наричат „демони“. Сред тях се открояват трите така наречени супердемона – екологичният супердемон, супердемонът на материалната нищета и супердемонът на духовната нищета (с. 19). Наред със супердемоните са посочени още над 20 демона, сред които са тези на глада, безработицата, незначителното на човешките права, миграцията, проблемите на образованието, аномалната раждаемост (рязко повишена или рязко намалена), ксенофобията и др.

При все че този списък е достатъчно дълъг, аз бих добавил още такива „демони“ като кризата в здравеопазването у нас, корупцията на различни

нива, безотговорността на медиите към духовността на народа, както и псевдонауката, която развърта мисленето и създава измамни очаквания.

Вторият раздел – математически модели на популационната динамика (гл. 6) – дава сравнително бегла идея за това как факторите (демоните) от първия раздел могат да оказват влияние като параметри в уравненията на популационната динамика – времеви и пространствено-времеви, континуални и дискретни. Макар да не се стремят към изчерпателност, с този раздел авторите правят солидна заявка за бъдещи разработки. Все пак, струва ми се, те биха могли да се спрат малко по-подробно върху свойствата на обсъжданите нелинейни еволюционни уравнения, за да очертаят, поне качествено, възможните следствия от едни или други стойности на параметрите в тези уравнения (възникването на неустойчивости от различни видове, бифуркации, странни атрактори). Един подходящо избран пример не само би послужил като добра илюстрация за връзката между управляващи параметри и популационна динамика, но заедно с това би създал по-здрава, органична връзка между двете раздела на книгата.

Накрая в третия раздел (гл. 7) се обсъжда доктрина за националната сигурност, основана преди всичко върху динамиката на човешките популации. Такава доктрина, естествено, не може да бъде изчерпателна. Но тя е много положителна като явление в нашата обществена културна среда, защото за пръв път ясно се артикулира тезата, че националната сигурност далеч не е само функция от отбранителната мощ на една страна, а в много по-голяма степен зависи от духовната и материалната жизненост на народа. Нацията е жив организъм и като такъв е отворена система, която обменя енергия, ентропия и информация с всичко заобикалящо. Сигурността на този организъм се определя не само от неговата защитеност спрямо външни фактори (въоръжени сили, техническа обезпеченост и т.п.), но също така и даже преди всичко от неговото физическо и духовно здраве. Тук биха могли да се посочат някои от многобройните исторически примери, когато малки държави са устоявали пред въоръжен до зъби могъщ агресор главно благодарение на посочените фактори, както и по-рядко срещаните обратни случаи, когато могъща във военно отношение държава отстъпва пред малоброен, но добре организиран нападател (например през 16 в. Мексико със стохилядната добре въоръжена армия на император Монтесума е завладяно от Ернандо Кортес с армия от няколкостотин конници).

Авторите уместно отделят различните видове конфликти от останалите елементи на доктрината за национална сигурност (опазване на околната среда, контрол на имиграцията, отношение към младите хора, развитие на науката и технологията). Тук са посочени редица полезни идеи и наблюдения на авторите, които биха могли да накарат да се замислят политици, държавници, социолози и журналисти.

Книгата е написана ясно, стегнато и съдържа голям информационен потенциал. Приятно впечатление прави приложеният речник на използваните в текста термини, повечето от които са взети от английския език. Не е ясно обаче защо се е наложило да бъде използвана английската дума „фитнес“ на мястото на отдавна усвоения Дарвинов термин „приспособеност“ (още повече, че у нас терминът „фитнес“ вече повече от десетилетие се използва за означаване на занимания, които са доста далеч от науката).

И още една бележка. Допреди 16 години у нас във всяка научна публикация се посочваха предимно руски цитати. Сега се отива в другата крайност и руските автори – често напълно достойни – изчезнаха от цитираната литература (например в обсъжданата книга при десет плътно запълнени страници с цитирани трудове има само един руски автор и то на стандартен учебник по теория на вероятностите). Пропускът е очевиден, ако само си спомним задълбоченото изследване на група руски математици по теория на конфликта [12].

Накрая искам да обърна внимание на една доста показателна асоциация. Преди около 35 години писателят дисидент Георги Марков написа пророческото есе, озаглавено *Ще изчезне ли българският народ?*, където може би за пръв път открито се поставя проблемът за факторите, влияещи отрицателно върху българската популация. По онова време на тоталитарна власт екологията и демографията бяха у нас теми табу.

В днешно време обсъжданата тук книга на същата тази тема беше широко представена в залата на Президиума на БАН, през ноември 2005 г. При това нейни рецензенти са специалисти, произлезли от бивши силови ведомства. Рецензиите са много положителни. В тях се посочва, че книгата „внушава на читателя отговорно отношение към проблемите на сигурността, пораждани от популационните процеси“.

Напредъкът е очевиден.

### Цитирана литература

1. Вж. напр. статията на Дж. Ликен *Криза във физиката?*. „Светът на физиката“ 1/03, с. 51.
2. М. Бушев. *Тезата за ‘край’ на науката и интердисциплинността*. „Светът на физиката“, 2/95, с. 9.
3. А. Петров. *Физика на леката материя*. „Наука“, 4/04, с. 40.
4. Г. Гараб. *Биологичен термооптичен ефект*. „Светът на физиката“, 4/05, с. 400.
5. М. Моранж. *История на молекулярната биология* (превод от френски). „Стигмати“, София, 2005 (408 сс).
6. А.А. Петров, А.Г. Петров. *Иконофизиката: нови хоризонти за теоретичната физика*. „Светът на физиката“, 4/98, с. 268.

7. Yi-Cheng-Zhang. *Evolving Models of Financial Markets*. „Europhysics News“, 29 (1998), 51.

8. E. Derman. *My Life as a Quant: Reflections on Physics and Finance*. Wiley & Sons, N.J., 2004 (292 pp).

9. М. Бушев. *Синергетика: хаос, ред, самоорганизация*. Унив. изд. „Св. Кл. Охридски“, София, 1992 (270 сс.).

10. М. Гел-Ман. *Кваркът и ягуарът: приключения в простото и сложното* (превод от английски). „Прометей – ИЛ“, София, 2006 (535 сс.).

11. С. Панчев. *Теория на хаоса*. София, Изд. БАН „Марин Дринов“ 2001 (383 сс.).

12. В.В. Дружинин, Д.С. Конторов, М.Д. Конторов. *Введение в теорию конфликта*. Москва, „Радио и связь“, 1988 (287 сс.).

М. Бушев

**...И С ФИЗИЦИТЕ ПРОДЪЛЖАВАТ ДА СЕ ШЕГУВАТ...**

*Задължително условие: Нютоновата ябълка може да бъде и зелена, но главата трябва да бъде зряла.*

\* \* \*

*– Татко, какво означава „светлинна година“?*

*– Това е сметката за електричество за триста шейсет и пет дена!*

\* \* \*

*Най-голямото доказателство за съществуването на разумен живот във Вселената е фактът, че досега никой не е опитал да се свърже с нас.*

## **ПРОФ. ИВАН СТОЯНОВ ЗЛАТЕВ, ДФН (1926-2006)**

Напусна ни дългогодишният председател на Дружеството на физиците в България, което под негово ръководство прерастна в Съюз на физиците в България. Напусна ни един от строителите на съвременното средно и висше образование по физика, на Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ в днешния му вид, на катедрата по теоретична физика. Голяма част от средното и старшето поколение физици у нас са били негови студенти, които с възхищение и интерес са слушали блестящите му лекции по теоретична механика, термодинамика и статистическа физика и квантова теория на полето. Проф. Златев внася нов и принципно важен елемент в обучението по теоретична физика, изграждайки курса по квантова теория на полето, който открива пред студентите възможността да се доближат до предното равнище на научните изследвания в тази най-съвременна част от теоретичните физични изследвания. В своите студенти той възпитаваше любов към науката и физиката. С мъдростта си и умението да увлича след себе си хората и колегите си проф. Златев беше признат ръководител – декан на Физическия факултет, заместник ректор на Софийския университет, неизменен член на Факултетния и на Академическия съвети, ръководител на катедрата по Теоретична физика, вице-директор на Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна, Русия.

Проф. Златев беше един от най-ярките български учени в областта на теоретичната физика. Неговите работи се отличаваха с дълбочина и изящество. Два пъти, през 1976 г. и 1985 г., в състава на международни колективи той получава първа премия за научно-изследователска работа в ОИЯИ – Дубна. Той се заемаше с трудни и важни проблеми – в топлопроводността; обосновката на статистическата механика; квантовата теория на полетата, по-конкретно дисперсионни съотношения; в проверката на квантовата електродинамика при високи енергии; в изследването на разпределенията на Вигнер в квантовата механика. Във всички тези области той остави трайна следа.

Той е един от инициаторите на преустройството на обучението по физика в средните училища, осъществено след 1965 г., като се въвежда нов стил, съответстващ на съвременното развитие на физиката като наука и основа на техническия прогрес. Той участва в преработване на учебни програми и написването на многократно преиздавани учебници по физика за 8-11 клас и като автор, и като ръководител на авторски колективи.

Качествата на проф. Иван Златев като изключителен преподавател, учен физик, неговата принципност, деловитост и умение дружески и отговорно да се отнася към хората оставиха ярка следа във всеки, който е общувал с него.

Споменът за проф. Златев ще остане дълго у нас.

Вечна му памет!

**СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ**

## НАЦИОНАЛНА СТУДЕНТСКА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

Има ли интерес към физиката у студентите от нефизичните специалности в инженерните науки, химичните технологии, военното дело и др.? Оказва се, че има! Нещо повече има случаи, когато бъдещи млади инженери записват физиката като втора университетска специалност и паралелно основното си обучение в технически университет посещават занятия по физика във Физическия факултет на Софийски университет. За проявения интерес към физиката безспорно допринеса и Националната студентска олимпиада по физика, началото на която бе поставено преди няколко години в Минно-геоложкия университет в София. На 29.04 т.г. в гр. Габрово се състоя станалата вече традиционна олимпиада по физика, на която се явиха 57 студенти от пет университета: Софийски университет, Техническите университети в София и Габрово, Висшето военно училище в Долна Митрополия и Химико-технологически и металургичен университет – София. Всеки университетски отбор имаше до 9 участника, като в отборното класиране се отчитаха резултатите на първите пет най-добре представили се състезатели. (А колегите от Техническия университет – София участваха с два отбора!). Домакините от кат. Физика на Техническия университет – Габрово, ръководена от доц. д-р Л. Лазов, се бяха постарали да създадат много добри условия за провеждане на олимпиадата, както и за почивка и забавление на състезателите. Техните помощници от местния Студентски съвет експедитивно осигуряваха необходимите материали и компютърна техника за обработка на резултатите. В журито с председател проф. дфн Л. Вацкичев влизаха представители на всички отбори с предварително уеднаквени критерии за оценка. „Олимпийските“ задачи бяха съставени от журито в два близки по трудност варианта, единият от които бе изтеглен „на слуга“ от една от участничките. Той съдържаеше 10 тестови въпроса с избираем отговор между 5 възможни (всеки верен отговор носеше на позналия го 2 точки), 6 качествени задачи (всяка с максимална оценка 5 т.) и 3 задачи, изискващи количествени пресмятания (носещи съответно 2x15 т. и 1x20 т.). Процедурата по решаването и преглеждането на работите не се различаваше от тази на приеман изпит в университета – оценката се поставяше анонимно след назависим преглед от двама „съдии“ от журито (с предвиден арбитраж при големи различия) и едва след нанасянето ѝ се обявяваше името на притежателя ѝ. Така се стигна до приятната изненада – студентът Петко Д. Иванов от ТУ-София извоюва I място в индивидуалното класиране с максималния брой 100 т. Само с 1-2 т. разлика на II и III място се класираха негови колеги от същия университет, които спечелиха и отборното класиране, а СУ-София и ТУ-Габрово станаха съответно II-ри и III-и. И така – до нова олимпийска среща догодина! Олимпиадата завърши с обиколка на туристически обекти в Габрово и вечерен „купон“ в местна дискотека като „бонуси“ към наградите и купите за отлично представилите се участници. Както и с изразено желание на домакините от кат. Физика да бъдат през 2007 г. отново организатори на Студентската олимпиада по физика.

**Проф. дфн Л. Вацкичев**

## НАГРАДА ЗА КОНКУРСА „АКАД. ЕМИЛ ДЖАКОВ“

По предложение на Постоянната комисия за конкурса „АКАД. ЕМИЛ ДЖАКОВ“ за най-добра публикация в областта на радиофизиката, физичната и квантова електроника и с решение на НС на Института по електроника към БАН от 19.01.2006 г. наградата за 2005 г. бе присъдена за „**Optically active Nd-doped potassium gadolinium tungstate films produced by pulsed laser deposition**“ с единствен автор Петър Атанасов. Тя е глава от монографията „*PULSED LASER DEPOSITION OF OPTOELECTRONIC FILMS*“, Series „*Optoelectronic Materials and Devices*.“

На 34 страници в стегната форма и добър научен стил са изложени постиженията по получаване на оптически активни тънки слоеве от ниобиево заместен калиево-гадолиниев волфрамид с импулсно лазерно отлагане, изследването на техните структурни, морфоложки, оптични и спектрални свойства в зависимост от условията за отлагане върху няколко вида подложки. Обсъдено е използването на слоевете като вълноводи.

Главата е обзор както на собствени научни трудове, така и на трудове от чужди автори. Импулсното лазерно отлагане е съвременен метод, с който – според негова публикация от 2000 г. в *Appl. Phys. Lett.* – е направено от Петър Атанасов първото израстване на тънкослойни вълноводи от ниобиево заместен калиево-гадолиниев волфрамид. Това изследване е многократно цитирано в световната литература и е продължено, развито и донесло нови резултати както в четири водещи научни центъра извън България, така и в Института по електроника – БАН.

Предлаганият за награждаване научен труд е написан по покана на издателите на монографията и е безспорно международно признание за приноса и влиянието на Петър Атанасов.

Дора Бенева

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

### Част III

Марго Брюйер



#### Глава 11

*Четвъртък, 29 юни 1989 г.*

Комисарят Малген натисна леко върху педалите, за да премине през входа на парка на Института по Чиста Математика и вдъхна сладострастно от аромата на глицинията, която увиваше гъстите си лилави гроздове чак до капитела на един от стълбовете на портала. Комисарят беше особено чувствителен към ароматите и затова обичаше толкова много да ка-

ра велосипед. Невъзможно е да усетиш каквато и да било миризма освен тази на бензина, ако си затворен в някоя кола! Колелото бе предпочитаното му средство за придвижване и той го използваше винаги, щом обстоятелствата позволяваха.

Изкачи без усилие павирания склон, водещ до двора пред входа, подпря машината на стената на гаража, почука на стъклената врата, зад която властваше малката негърка телефонистка, влезе и се представи. Имаше среща с Люк Льомаан, шеф на административните служби.

Комисарят бе облечен, както бе обичаят му, в къс кадифен кафяв панталон, безупречна риза в бежово райе и три четвърти бели памучни чорапи, очертаващи прасците му. Имаше великолепно твърди и закръглени прасци, истински прасци на швейцарски гвардеец – от тези, които могат да се видят в Парижката Света Богородица в дните на тържествени церемонии.

Комисарят не бе от Швейцария, а от Лотарингия. Имаше гърления акцент на хората от източните провинции и приличаше невероятно много на Бурвил, със същото ъгловато лице и асиметричен нос. Както и актьорът, имаше добродушен вид, опровергаван от остротата на погледа с тъмноолювен цвят, на който не убягваше нищо.

Телефонистката го прати да се качи в салона. Настани се удобно в канапето срещу огромната ливада, осеяна с хиляди бели и златни глухарчета. На терасата цъфтяха пурпурни петунии в чимширени кошници, боядисани в бяло. Огромните строги ели люлееха там горе клоните си в тъмнозелено оперение, върху което се открояваше медночервен букет японски кленове.

– Какви възшебни дървесни аромати има в този парк и как хармонично е съчетанието им – помисли си Комисарят Малген.

Жанет, която приключваше с почистването на праха от мебелите в салона, прибра кофата, която бе оставила в един от ъглите, и като хвърли бърз поглед към посетителя, изчезна.

Комисарят Малген забеляза живия и любопитен поглед на чистачката.

– Ще трябва да я разпитам – каза си, – тя трябва да вижда и знае доста неща.

Методът му на работа – същият, който се бе доказал от двадесет години насам, откакто упражняваше занаята си – беше първо да попие атмосферата, в която щеше да му се наложи да работи, да се запознае с обкръжението на жертвата, да диша, да усеща, а накрая да заживее почти инстинктивно в средата, чиято тайна трябваше да разбули.

Бе свикнал с подозрителните афери на гъстонаселените квартали на новия град, простиращи се там долу върху платото, в повечето случаи свързани с дрога или кражби на коли, завършващи често със сбивания, а понякога и смърт. Познаваше и престъпленията от страст или мерзост на богатата буржоазия, която живееше в градовете и селата наоколо. Но за пръв път бе извършено престъпление в защитената среда на научните учреждения на френската „силиконова долина“.

– Всичко тук е мир и спокойствие – помисли си Комисарят, – изключителен мир и спокойствие, и въпреки всичко...

Аутопсията бе потвърдила диагнозата на лекаря. Наистина се касаеше за инфаркт на миокарда, но анализът на кръвта беше установил наличието на висока доза кофеин. Лабораторията бе изследвала съдържанието на тубичката, открита в джоба на починалия – съдържаше таблетки Хипобарил, широко разпространен бетаблоккер. Алин Було, повикана в болницата, бе заявила официално – съпругът ѝ никога не е пил кафе.

Случаят изглеждаше подозрителен и полицията нареди разследване. Защо Шарл Було бе погълнал кофеин, който бе опасен за него, и касаеше ли се за естествена смърт или за убийство? Това е нещото, което той, Пиер Малген, бе натоварен да разкрие.

И кой би могъл да желае смъртта на директора на този мирен храм на науката?

Люк Льомоан пристигна. Комисарят го поздрави и извади бележника си – стар бележник от кафяв марокен, който при всяко ново разследване зареждаше с нов блок хартия. Зададе няколко рутинни въпроса:

– Кога за последен път видяхте директора жив?

– В петък, 23 юни, около 16 часа. Имахме работно заседание за обсъждане на месечния бюджет.

– В нормалното си състояние ли беше?

– Напълно.

– Не ви ли се струваше загрижен или разсеян?

Льооман се усмихна – директорът винаги бе разсеян, станеше ли дума за счетоводни въпроси. Не разбираше нищо от тях, пък и не се стараше да разбере нещо повече, а оставяше сътрудника си да говори, рисувайки в бележника си мънички, застъпващи се една друга геометрични фигури.

– Не – каза той учтиво, не по-разсеян от обикновено.

– Искате да кажете, че бе разсеян по природа?

– Искам да кажа, че изобщо не се интересуваше от счетоводството.

– От колко време ръководеше института?

– Повече от две години.

– С какво се е занимавал преди това?

– Беше професор в Университета в Страсбург.

– Добър математик ли беше?

– Разбира се. Всички математици от ИЧМ са добри, и дори много добри математици.

– Беше ли женен?

– Да. Имаше четири деца и няколко внука. Предупредих незабавно г-жа Було, която тъкмо се връщаше от Париж, където бе прекарала нощта на неделята срещу понеделника, денят на драмата, при децата си. Г-н и г-жа Було живеят в резиденцията ни Пампър („Лозницата“), където разполагат с функционално жилище.

Комисарят си отбеляза адреса на г-жа Було. След това поиска някои сведения от практичен характер. Така научи, че персоналът извън научния се състои от тридесетина души, и че в ИЧМ имаше относително самоуправление: готвачка, дърводелец, бояджия, перачка, чистачки, копист, шофьор, библиотекар, секретари обезпечаваша обичайното. Само в изключителни случаи се обръщаха към фирми, предоставящи различни услуги. Комисарят попита дали напоследък е имало промени в персонала.

– Единственото лице, напуснало неотдавна – каза Люк Льооман, е г-жа дю Боа, беше помощник-директор.

– Защо напусна?

– Г-н Було я уволни.

– Кога?

Льооман се замисли.

– Беше в деня след барбекюто... значи в четвъртък, 22 юни.

– Защо я бе уволнил? Беше ли допуснала грешки в работата си?

– О, не, разбира се, че не. Работата ѝ бе високо ценена. Просто имаше „несходство в характерите“, ако бих могъл да употребя този израз. С г-жа дю Боа не винаги можеше да се спогодиш. Уволнението ѝ бе като гръм от ясно небе – никой не го очакваше.

– Г-н Було не бе ли я предупредил, не бе ли говорил с нея?

– Не мога да знам.

– Не бе ли говорил за намеренията си с Вас, в качеството ви на началник

Личен състав?

– Не.

– Г-жа дю Боа не е ли вече в Института?

– Не. Г-н Було бе поискал от нея да напусне още същия ден. Тя трябваше да се върне чак в понеделник, 26 юни – денят на смъртта на директора – във връзка със срещата за връчване предизвестие за уволнението.

– Тя дойде ли в този ден?

– Не. Позвъних ѝ, за да я уведомя за смъртта на директора, но нея я нямаше. Синът ѝ просто ме предупреди, че е получила нервна криза, наложила приемането ѝ в болница за няколко дни. След това заминала да си отпочине в Бретан, където имат семейна къща.

– Имате ли телефонния ѝ номер в Бретан?

– Не. Мисля, че секретарката ми го знае, но тя е в отпуска тази седмица.

Ще можете ли да изчакате до следващата седмица?

Комисарят се съгласи и продължи разпита си:

– Кои бяха предишните директори?

– Първо основателят, г-н Грюзен, понастоящем Председател на Управителния съвет, и после г-н Декер, който все още е в Института като дългосрочен професор.

Комисарят водеше ли водеше бележки... След това поиска сведения за научния персонал.

Г-н Льомоан обясни, че от една страна има шест постоянни професора, а от друга – около стотина гостуващи професора годишно, които са канени за по-дълъг или по-кратък срок. Подаде на Комисаря брошура за ИЧМ. Комисарят я разлисти.

– Това е луксозна брошура, току-що е излязла от печатницата, ако съдя по миризмата на хартията и прясното мастило, каза Комисарят. Много богат ли е Институтът?

– Не е много богат – предпазливо отвърна началникът на Личен състав, но от няколко години се радваме на известен финансов комфорт, дължащ се на свършената от г-н Грюзен и г-н Декер работа.

Пиер Малген отбеляза, че Люк Льомоан не споменаваше работата, свършена от настоящия директор.

След това Началникът на администрацията му предложи посещение из сградата.

– Тъкмо щях да ви помоля за това, каза Комисарят.

По пътя продължи с разгънатия огън от въпроси.

– Казахте ми, че вечерта преди уволняването на г-жа дю Боа е имало барбекю. Къде се провеждаше то?

– Проведохме го в резиденцията Пампър, където са настанени учените.

– Бих искал да посетя резиденцията.

– Няма нищо по-лесно от това, ще Ви заведем.

– Имаше ли много хора на барбекюто?

– Стотина души.

– Бихте ли ми дали списъка им?

– Приблизителният, да. Но г-жа дю Боа бе тази, която се занимаваше с поканите. Ще ви подготвя списъка на участниците, ще го имате утре.

– А вие бяхте ли там?

– Да, но си тръгнах сравнително рано.

– Забелязали ли сте нещо ненормално напоследък, било то в поведението на директора или в това на обкръжението му?

Льомоан се замисли за кратко.

– Не, каза накрая, единственото „ненормално“ е заминаването на г-жа дю Боа.

Люк Льомоан показа на Комисаря първо кабинета на директора, трагично пуст след своя обитател, и този на Мариан, също така празен. Двете стаи бяха свързвани чрез двойна врата. Директорският кабинет бе оборудван и с двойна врата откъм салона, така че да бъде доста трудно, помисли си Комисарят, недискретно да се подслушват поверителните разговори.

След това Льомоан отведе своя посетител в административните служби. Комисарят се заинтересува от копирното оборудване и побъбри за малко с отговорника, висок и слаб младеж, твърде зает с подвързването на научни трудове.

Минаха към домакинството, счетоводството, секретариата. Комисарят забеляза, че в общи линии, персоналът бе млад, разполагаше със светли и просторни кабинети и всеки секретар си имаше отделна стая, което му се стори ценен лукс.

След това отидоха в библиотеката, на чийто чар и елегантност Комисарят се възхити. Сподели чувството си със своя гид, с очи извърнати към Аманда, прелъстителната библиотечарка, която с леко наведена глава и омагьосваща усмивка, откряваща розовите си устни върху дребните си бели зъби, слушаше внимателно похвалите, за които знаеше, че са й посветени.

– Ще трябва да дойда да я разпитам – помисли Комисарят. – Сигурно вижда и знае доста неща.

Не искаше в професионалната си почтеност да си признае, че причините, които го тласкаха към Аманда не бяха съвсем същите, които го караха да разпита Жанет с нейния поглед на невестулка и с повредените й зъби!

Вече бяха стигнали до сградата на учените. Льомоан разведе Комисаря

из амфитеатъра, току-що обновен и оборудван с великолепни бежови кресла.

– Истински кресла за киносалон – отбеляза Пиер Малген, – твърде удобни, по мое мнение, за да се работи в тях, а и липсват пюпитри. Любопитно. Като офицер от полицията съм бил на многобройни семинари, извини се той, и затова се изненадвам. Но в края на краищата всеки има свой начин на работа.

– Г-н Декер имаше същото схващане като Вашето по отношение на работата – каза, усмихвайки се, Люк Льомоан, – и старите кресла бяха по-твърди и оборудвани с пюпитри, но г-н Було избра това обзавеждане.

– Ясно е, замисли се Пиер Малген, че не е ценил шефа си.

Отпавиха се, разговаряйки, към малкия кафе-салон, очарователен и топъл със стените си, облицовани в светъл дъб, голямата му черна дъска, удобните пейки, тапицирани с весело многоцветното райе и неотменната машина за кафе. Комисарят отбеляза движението на учените между кабинетите им и салона, като някои идваха за чаша кафе, а други спираха, за да се присъединят към дискусиата или просто да послушат. Тук се бяха събрали няколко изследователи, един от тях пишеше по черната дъска, а останалите слушаха и го прекъсваха, за да изкажат някакво мнение или помолят за обяснение.

– Салонът е оживено място за срещи – установи Пиер Малген.

– Да – каза Люк Льомоан, – г-н Декер пожела да бъде така. Той знаеше, че учените често трудно общуват помежду си и искаше да улесни контактите чрез този така топъл и уютен салон.

– Трябва непременно да се срещна по-скоро с този г-н Декер – помисли си Комисарят, подчертавайки два пъти името в бележника си.

Посетиха няколко професорски кабинета – големи светли клетки с боядисани в бяло стени, и като единствена украса в тях огромни черни дъски, заемащи част от стената. Там сами мъже или седяха наведени над листата си, или изглеждаха сякаш че сънуват заради вперения в далечината поглед.

– Както сам виждате, каза Льомоан, нуждите на гостите ни са скромни – черна дъска и парче тебешир обикновено им стигат. Преувеличавам, разбира се, това бе вярно някога, защото от няколко години насам мнозина работят с компютри, а това оборудване е сравнително скъпо.

Двамата прекосиха обратно фойето, за да се отправят към компютърната зала, в която в почти религиозна тишина, смущавана единствено от почукването по клавиатурите и мъркането на принтера, мъже, повечето от които млади и брадати, работеха с очи, фиксирани върху малкия екран пред тях. Комисарят Малген не се стърпя да отбележи контраста с кафе-салона. Тук изглежда не съществуваше никакъв човешки контакт, самотата бе колективна.

– Тези машини са нехуманни чудовища – помисли си Комисарят, – те

разрушават всяко общуване в среда, която сама по себе си вече е твърде затворена в себе си, доколкото видях.

На излизане в коридора срещнаха Жак Шевалие, който пристигаше със старата си чанта на гърба.

Люк Льомоан ги представи един на друг:

– Професор Жак Шевалие, постоянен член на нашия Институт. Той откри тялото на директора в подножието на кулата. Комисар Малген, натоварен с разследването.

Двамата се поздравиха, и тъй като Комисарят бе изразил желание да поговори с него, Жак Шевалие го покани да го последва в кабинета му.

Посещението в Пампър бе насрочено за ранния следобед и Комисарят поиска след това да му бъде уредена среща с г-жа Було.

– Седнете, г-н Комисар – каза Жак Шевалие. – Бихте ли ме извинили за минутка, само да занеса един ръкопис на секретарката, за да го напечата на машина.

Казвайки това, той издърпа два свитъка от чантата си.

– Връщам се веднага – увери го той с усмивка.

Комисарят седна и разгледа стаята наоколо. Тази работна клетка бе персонализирана с мокет в ярък тюркоазеносин цвят, модерна тапицерия в същите тонове, стопляща стената, намираща се срещу прозореца, и дъбови лавици, отрупани с книги и ръкописи. Ансамбълът бе хармоничен.

Комисарят Малген отвори брошурата за Института, която му връчиха, с надеждата да намери в нея някакви сведения за професор Шевалие. И наистина научи, че този млад белгиец, седнал зад университетските банки още четиринадесетгодишен, е пристигнал във Франция на 22 години и за 15 години е получил внушителен брой национални и международни отличия, между които Медала Фийлдс. Забеляза, че повечето от постоянните професори имаха също така внушителни университетски кариери.

Комисарят не бе човек, който би се оставил да бъде впечатлен от почетните отличия, а научните му познания със сигурност не му позволяваха да оцени заслугите на учените, с които този странен случай го бе принудил да се срещне. Но чувствителността и инстинктът му го предупреждаваха, че тук се намира в един изключителен тигел, в който силата на творчеството смилаше зърното на науката, за да извлече от него най-финото цвете.

– На Ваше разположение съм, Комисарю – каза Жак Шевалие, влизайки.

– Няма да ви безпокоя задълго – отговори Малген, – но търся някои признаци, които да ми позволят да узная защо и от кого е бил убит г-н Було.

– Смятате ли, че наистина става дума за убийство?

– Наистина не виждам как би могъл съзнателно да взема, в продължение на няколко дни, препарат, покачващ кръвното налягане вместо бетаблокер,

освен ако не е искал да се самоубие, и дори в този случай е малко вероятно да се покачи на кулата, за да умре на нея. Смятате ли, че е възможно да е самоубийство?

– Не, но не е и убийство.

– Бихте ли ми разказали за директора?

– Поддържах дори взаимоотношения с него като математик с математик.

Научният съвет, чийто член съм, го избра въз основа на качествата му на учен.

– Мислите ли, че бе добър директор?

Жак Шевалие се поколеба:

– Нямахме размах на Андре Грюзен, нито човешката топлина на Хенрик Декер. А и му нямаха доверие.

– Съжالياвахте ли за избора си?

– Съжالياвам е силно казано.

Комисарят разбра, че Жак Шевалие няма да каже нищо повече.

– Забелязахте ли нещо необичайно или странно в поведението му напоследък?

Жак Шевалие остана замислен за няколко мига, с очи потънали в неизвестното.

– Мисля – каза бавно накрая, – че от месец насам избягваше всякакъв контакт и говореше малко, а обичайно е доста приказлив.

– Възможно е да е бил притеснен поради замисляното от него уволнение на г-жа дю Боа, доколкото ми се струва, че разбрах. Говорил ли Ви е преди за това?

– Не, каза ми го едва след като бе взел решението и предизвестие за уволнението е било изпратено.

– Познавахте ли добре г-жа дю Боа?

– Да. И тя и аз сме в този институт от години, следователно се познаваме, и имахме отлични взаимоотношения в работата. Жалко, че Шарл не се разбираше с нея.

– Имахте ли лични взаимоотношения с нея?

– Не.

Комисарят си помисли, че този толкова учтив мъж не би трябвало да се обвързва лесно. Изглеждаше сякаш се пази от света, изолиран с тънък слой кристал.

– Има ли още нещо, за което да ми съобщите?

– Не, няма...

– Нищо в поведението на колегите ви или на член на персонала не ви се е сторило странно?

Шевалие се замисли.

– Ах, да – рече той, – един ден, докато се бях качил на кулата, забелязах нещо любопитно.

– Разхождате ли се край кулата?

– Не точно – отговори Шевалие. – Видите ли, имам навика да репетирам там на висок глас лекциите, които трябва да изнеса пред многобройна публика. Дикцията ми не е много добра и искам да съм сигурен, че всеки ще може да ме чуе и разбере.

– Значи бяхте на кулата.

– Бях на върха ѝ. Отгоре ѝ има кръгла платформа, където се чувствам на спокойствие. Пейзажът е великолепен и предполага към размишление.

– Вероятно това е участък, чиято почва е благоприятна за култивирането на мисълта, както други биват благоприятни за това на житото, каза Комисарят, обръщайки се към себе си.

– Мисля, че имате право, Комисарю.

Двамата си размениха погледи на симпатия.

– И какво чак толкова любопитно забелязахте?

– Чух шум от стъпки по листата и пукане на клонки. Погледнах през парапета и видях как Борис Греков се качва из гората. Спря се в подножието на кулата. Наблюдавах го без да се показвам, тъй като не исках да ме безпокоят. Той порови из земята, сякаш търсеше нещо, после си тръгна с празни ръце.

– Борис Греков – каза Комисарят, – е постоянен професор в ИЧМ като Вас самия?

– Да.

– Не му ли поскахте обяснение след това?

– Не, това не ме засягаше.

– Всъщност, да. Спомняте ли си деня, в който това се случи?

Жак Шевалие се замисли.

– Беше преди лекцията ми в Института Анри Поанкаре. Тя се състоя на... –Порови из бюрото и си и извади от него афиш, който леко се подаваше изпод купчина документи.

– Конференцията бе в четвъртък, 8 юни. Значи е било в сряда, 7 юни.

– Забелязахте ли още нещо, докато бяхте на кулата?

– Нещо друго? Не... Ах, да – един лист полетя, отнесен от вятъра, а когато го вдигнах, видях, че бе стихотворение.

– Стихотворение?

– Да. Любовно стихотворение.

– Запазихте ли го?

Жак Шевалие се ококори:

– Не зная нищо за това.

– Ако го откриете, бих искал да го погледна. Спомняте ли си за какво беше?

– Не, каза Жак отчаяно, никак, но ми хареса.

– Благодаря Ви. Смятате ли, че ще мога да видя г-н Греков сега?

– Не зная дали ще идва днес. Би трябвало да попитате секретарката. Ще ви заведе, добави Жак Шевалие с обичайната си любезност.

Стана. Строен, гъвкав, младежки.

– Каква семплост – каза си Комисарят, следвайки го по дългия коридор, водещ към секретариата. – Кой би помислил, че е толкова умен? Познавам доста офицери от полицията (нека се ограничим с тях), които биха могли да го имат за пример!

Тази седмица Борис Греков не бе в Института, но секретарката потвърди, че със сигурност ще бъде тук следващия понеделник, тъй като водеше семинар в 16.30 ч. Следователно Комисарят би могъл да го види в ранния следобед.

## Глава 12

*Ако едно-единствено съществува ни липсва, всичко опустява.*  
(Ламартин)

*Четвъртък, 29 юни 1989 г.*

– Чаках ви, Комисарю, заповядайте, влезте.

Гласът на Алин Було бе пресипнал, като мрежа от гласове, изтощена от мъката и сълзите. Бе съвсем мъничка в черната си рокля и сивите ѝ очи се вдигаха патетично към посетителя ѝ. Отблъсна нервно кичур коса, който падаше на лицето ѝ.

Комисарят положи предпазливо стъпалата си върху мокета в сливов цвят и отбеляза съвършената хармония с тапетите с по-слабо изразен лилав цвят. Мебелите бяха леки и непретенциозни.

Алин Було му посочи едно от креслата и седна мирно на ръба на дивана, с ръце кръстосани на коленете – тежки ръце на селянка, деформирани от артритата и странно контрастиращи с изяществото на лицето и крехкостта на фигурата.

– Госпожо – каза полека Комисарят, – знаете, че имаме всякакви основания да смятаме, че мъжът ви е бил убит.

Алин поклати глава, без да отговори.

– Г-н Шевалие го е открил в подножието на кулата, към 11 ч. сутринта. Според лекаря смъртта е настъпила около 8 ч. сутринта. Съпругът Ви имаше ли навика да тича всеки ден?

– Да. Казваше, че така се освобождава от безпокойството и стреса. Напоследък бе много напрегнат.

– Заради уволнението на г-жа дю Боа?

Лицето на Алин се затвори херметически:

– Не зная, каза тя. Не се занимавам с проблемите на служителите от Института.

– В колко часа съпругът Ви напусна дома този понеделник сутрин?

– Не зная точно. Бях останала да преспя в Париж в неделя вечерта, при дъщеря ми, докато той се прибра тук. Трябваше да гледам внуците. Обикновено излизаше към 7.30 часа – ставаше рано. Върнах се в понеделник малко преди обед и тогава г-н Льомаан ми се обади по телефона.

– В джоба на горната дреха на съпруга Ви намерихме тази туба. Можете ли да потвърдите, че е била негова?

Алин протегна трепереща ръка, за да поеме тубичката. Разгледа я, проарвайки бавно показалец върху резбата.

– Да, каза тя, неговата е.

И замълча, задавена от ридание.

– Съпругът Ви е вземал, струва ми се, бетаблокер. Можете ли да ми кажете какъв?

– Да – отговори тя, поемайки си дъх.

Стана, взе една кутийка от масата и я подаде на Комисаря.

Той я разгледа. Беше Хипобарил и опаковката указваше, че става дума за препарат за понижаване на налягането. Таблетките бяха от най-разпространения модел и приличаха на намерените в сребърната тубичка – бяха кръгли и се разчупваха на две половини.

– Откога съпругът Ви вземаше това лекарство?

– От около три месеца. Съпругът ми поемаше тежки отговорности и бе много нервен. Кръвното му се качваше опасно и лекарят се опасяваше от сърдечен удар, още повече, че той продължаваше да тича всяка сутрин – както Ви казах, смяташе, че това е необходимо за равновесието му.

– Знаете ли защо съпругът Ви прехвърляше хапчетата от кутийката в тубичката? Струва ми се, че би било по-просто да слага по един блистер от таблетките в джоба си.

Алин се усмихна тъжно.

– Бе наследил сребърната тубичка от майка си, която я бе използвала години наред. Смяташе я за реликва. Трябваше да взема по три хапчета на ден, по време на ядене. Поставяше в тубичката всеки понеделник сутрин след закуска 21 хапчета и смяташе, че така със сигурност няма да забрави да ги взема. Но му се случваше и да се обърка. Например в последната неделя по време на вечерята ми посочи, че на дъното на тубичката му остават три хапчета вместо две: едно за неделя вечер и едно – за понеделник сутрин.

– Наистина ли? – Комисарят извади бележника си.

– Смятате ли, че е важно?

– Не зная, госпожо, отбелязвам си, това е всичко. Какво направи с допълнително хапче?

– Взе две на вечеря, тъй като реши, че е забравил да го вземе на обед. Бе много педантичен и това ме изненада.

– Вие самата вземате ли лекарства?

– Да, имам артрит, и обратно на съпруга ми съм с ниско кръвно налягане.

– Ще можете ли да ми покажете лекарствата, които вземате?

– Разбира се. Сега ще ги потърся.

Алин стана и се върна след малко с няколко кутийки лекарства. Комисарят разгледа старателно опаковките и упътванията за употреба и се загледа в различните блистери с хапчета.

– Позволявате ли да взема проби от тях?

– Моля ви, Комисарю.

Гласът бе безразличен, но Комисарят забеляза известно напрежение в погледа.

– Мислите ли, че съпругът ми е могъл да бъде отровен с моите лекарства?

– Не мисля нищо, госпожо, търся.

– Във всеки случай, не е могъл да сбърка. Моите лекарства са в банята, а неговите в тази стая, на това бюро.

– Забелязах го.

За момент настъпи тишина, след което Комисарят продължи:

– Извинете ме за въпроса, госпожо, но съпругът Ви бе ли направил завещание? Имаше ли застраховка живот?

Горната част на тялото на Алин потрепери:

– Не намеквате ли все пак, че съм го убила поради личен интерес?

– Още веднъж, госпожо, не намеквам нищо, търся.

Тя замълча задълго, след което отговори уморено:

– Бяхме направили завещание пред нотариус, при Метр Льоблан в Париж. Договор за взаимно дарение в полза на преживелия съпруг. Що се отнася до застраховка живот, не зная дали е правил такава.

Добави, поглеждайки изпитателно Комисаря:

– И аз търся, Комисарю, вече три дни, откакто търся.

– Ако намерите нещо, госпожо, обадете ми се. Ето телефонния ми номер – каза Комисарят и се сбогува.

След този разговор Комисарят се върна в кабинета си и помоли своя заместник да се осведоми при Метр Льоблан относно разпоредбите по наследството, взети от Шарл Було, и за застраховките живот, които е можел да сключи. След това отиде в болницата и помоли да се види със съдебния ле-



кар. Предаде му разговора си с Алин Було и му подаде сребърната тубичка и пробите от лекарствата.

– Бихте ли ги погледнали, Докторе? Дали случайно на дъното на тубичката няма прах, съдържащ кофеин?

Лекарят взе медицинския речник от етажерката за справка.

– Г-жа Було взема, между другото, Факостарт за покачване на кръвното си налягане, а това лекарство съдържа висока доза кофеин. За това ли си мислите, Комисарю?

Комисарят се съгласи с мнението на доктора.

– Да – каза той. – Таблетките Факостарт приличат досущ на таблетките Хипобарил: те също са бели и кръгли, и също се разчупват на две. Лесно биха могли да бъдат объркани. Бихте ли могли, Докторе, да позвъните в кабинета ми, когато резултатите бъдат готови?

– Разбира се. Ще ги имам след около час.

Час по-късно той телефонира на Пиер Малген.

– Анализът потвърждава подозренията Ви, Комисарю. Прахът на дъното на тубичката със сигурност е от Факостарт.

– А ако жертвата е взела Факостарт вместо Хипобарил, това би ли могло да предизвика смъртта ѝ?

– Без никакво съмнение, ако го е вземала няколко дни подред. Всъщност, рязкото прекратяване на лечението с бетаблокери може да доведе до спиране на сърцето в следващите дни, особено при спортисти в момент на усилие. Рискът, разбира се, е още по-голям, ако пациентът взема вместо него лекарство за покачване на кръвното, каквото е Факостартът.

Заклучението се налагаше от само себе си – някой бе замислил смъртта на директора и бе заменил в сребърната тубичка таблетките Хипобарил с Факостарт. Тъй като таблетките бяха идентични, Шарл Було не бе заподозрял нищо, и бе вземал редовно в продължение на няколко дни Факостарт, прекъсвайки внезапно лечението си. И още по-лошо, приемайки лекарство за покачване на кръвното.

## Глава 13

*Петък, 30 юни 1989 г.*

Ева Йегер се протегна като котка в шезлонга, припичайки се на слънце на миниатюрната ливадка зад къщата си в Пампър. Затвори книгата си и мислите ѝ съвсем естествено се върнаха към събитието, разтърсило живота на Института – убийството на директора.

Като всички обитатели на резиденцията в Пампър, и тя бе присъствала на траурната церемония, състояла се в селската църква. Тук бе самият Министър на Научните изследвания. Да отдадат последна почит на директора

бяха дошли всички учени от района – Деканът на Университета, Генералът, управляващ Политехническото училище, Генералният директор на Националния комитет за научни изследвания, както и високопоставени лица от сферите на финансите и индустрията, членове на Управителния съвет на ИЧМ. Ева се питаше кои измежду тези многоуважаеми биха дошли чак дотук заради мъжа, заспал в ковчега си, ако постът, който бе заемал, не бе толкова важен. Вероятно малко от тях.

– Суета на суетите – промълви Ева, всичко е само суета и гонене на вятъра. Духна към една синя пеперуда, пърхаща около шезлонга ѝ, и се върна към реката на спомените си.

Алин Було изглеждаше съвсем мъничка в тъмната си рокля. От пепелявосивите ѝ коси, акуратно стегнати в кок, върху лицето ѝ бе спусната черна воалетка, която зле прикриваше зачервените ѝ очи. Бе заобиколена от децата си и изглеждаше толкова клета! Всички знаеха, че обожава съпруга си, нейният голям човек, към когото проявяваше безгранично възхищение. Истинско или престорено? Вероятно в началото е искала да даде самоувереност на този мъж, изпълнен с комплекси. Изглежда бе изоставила собствената си личност, за да бъде жена на съпруга си. Ева се питаше как е възможно човек да се разтвори до такава степен в любовта! За Ева семейната любов трябваше да бъде източник на жизненост и на разцвет и за двамата съпрузи. И дума не можеше да става единият от тях, тоест съпругът, да расте в ущърб на спътницата си. Но в края на краищата Алин, която принадлежеше на друго поколение, може би бе намерила в семейството щастието, от което се бе отказала като личност? Може би благодарение на очевидното си себеотрицание се бе издигнала по-високо от съпруга си?

Ева си спомняше пристигането на Шарл Було в Института. Алин изглеждаше загрижена поради новите отговорности на съпруга си, и един ден, в който изпитваше особено желание да сподели тайните се, бе произнесла това любопитно изречение, което Ева все още чуваше да кънти в ушите си:

– Страх ме е, страх ме е да не загубя Шарл.

Приличаше на объркано птиче, и Ева я бе успокоила. Имала ли е някакво предчувствие?

Председателят Грюзен също бе на погребението. Видът му бе унесен и загадъчен. Бе придружен от жена си. Чертите ѝ бяха обтегнати, а погледът ѝ мъченически – съпругът ѝ неотдавна бе получил нов удар и погребението явно жестоко му напомняше Дамоклевия меч, надвесен над главата му. Ева изобщо не познаваше председателската двойка, но често бе слушала за необичайната любов, която свързваше вече близо двайсет години застаряващия мъж и тази още млада жена.

– Питам се, каза си Ева за десети път, кой е могъл да убие Шарл Було, и защо? Очевидно единствената, която би имала основателна причина, е Ма-

риан. Но не мисля, че е достатъчно жестока, за да извърши такова престъпление. Въпреки, че тя безусловно може да бъде много жестока... Вероятно е искала да си отмъсти – това го разбирам – но не дотам все пак!

Тази вечер Ева и Томас бяха поканили, както често правеха, приятели на кафе след вечерята. Убийството със сигурност щеше да бъде в центъра на вниманието на разговора им – в резиденцията вече се говореше само за това.

– Бога ми – помисли си Ева, – ето нещо различно от математиката!

Реши да приготви лимонова торта. Стана и влезе в къщата през прозореца-врата на салона. Бе боса и хладината на плочките ѝ се стори благодатна. Отправи се към кухнята и като игнорира високомерно безпорядъка, който цареше там, отвори хладилника, за да вземе оттам яйца.

– Ха – установи тя, – имам само две яйца, а ми трябват три, ще отида да видя дали Липински имат.

Все така боса, тя прекоси уличката с танцуващата си и сладострастна походка и позвъни на вратата на съседите.

Отвори ѝ Яцек Липински. Мигаше с очи, заслепен от яркия въздух, а косите му бяха разрошени. За Ева, която добре познаваше учените, това бяха два очевидни признака за интензивна интелектуална концентрация!

– Извини ме, работеше ли? – попита тя.

– Да – отговори Яцек, който полагаше усилия да се върне на земята.

– Как е носът ти?

Носът на Яцек, след като бе преминал през всички цветове на дъгата вследствие на полските му злюключения, си възвръщаше малко по малко нормалните цвят и размери.

– Носът ми? – повтори Яцек, на чиято глава очевидно имаше други грижи. Дошла си да се интересува от носа ми?

– Не – отговори Ева, смеейки се на смутения му вид, – просто въпрос от учтивост. Не ми достига едно яйце, за да направя сладкиша. Имаш ли яйца?

– Яйца? Бога ми, изобщо не знам. Жена ми я няма.

Намериха едно яйце в кухнята и Яцек изпрати Ева до входа. До вратата цъфтеше великолепен розмарин и тежките му клони със съзвездия от миниатюрни бели цветчета се полюшваха над прага на къщата.

– Ах, колко ароматен е розмаринът – каза Ева, – и колко е красив, а и добре носи името си на морска роза!

Докато тя се навеждаше да откъсне няколко стръка, Яцек забеляза Комисаря Малген, който преминаваше по мостчето над реката в долния край на резиденцията с вездесъщото си колело.

– Виж ти – каза си той, – та това е Комисарят, натоварен с разследването! Питам се какво ли още търси тук, нали вече бе идвал вчера с г-н Льомаан?

– Ах – каза Ева, слагайки ръка над очите си. – Мислиш ли, че ще поиска да ни разпита?

– Възможно е. Занаятът му е да рови навсякъде, за да открие виновния. Надявам се, че има нюх!

– Със сигурност повече от теб сега – отвърна Ева със смях.

Комисарят идваше към тях. Представи се. Ева и Яцек също се представиха.

– Както вероятно знаете – каза Комисарят, – натоварен съм с разследването по смъртта на г-н Було и се опитвам да се свържа с всички лица, които биха могли да ми помогнат да откроя истината. Г-н Лъмоан ми каза, че добре познавате обитателите на резиденцията, госпожо, продължи той, обръщайки се към Ева. Бихте ли могли да ми отделите няколко минути за разговор?

– Разбира се – каза Ева. – Искате ли да дойдете у дома?

Усмиваше се, с яйцето в едната ръка, и розмариновия букет в другата.

– Бре, да му се не види, каква хубава жена – помисли си Комисарят, следвайки я, – но не съм тук за това!“

– Желаете ли чашка кафе, Комисарю? – попита Ева.

– Бога ми – отговори Пиер Малген, разполагайки се удобно в едно от креслата, – с голямо удоволствие!

Докато Ева приготвяше кафето, Комисарят оглеждаше наоколо. Стаята бе приятна и жива с многото книги, вестници и кукли. На масата на трапезарията имаше няколко детски рисунки в ярки цветове и разпръснати цветни моливи.

– Децата Ви обичат да рисуват, госпожо, каза той на Ева, която се връщаше с поднос в ръце. Колко деца имате?

– Две дъщери, на седем и девет години, които всъщност много обичат да рисуват. Хабят ужасно много хартия! А онзи ден бяха бесни – запасите им от хартия бяха изчезнали и изобщо не можахме да ги открием. Беше голяма пачка принтерна хартия, вече използвана, която един приятел ми даде за тях.

– Любопитно – каза Комисарят, – цяла пачка хартия не би могла да изчезне току-така! Знаете ли какво имаше на тези листа?

– Не – отговори категорично Ева, – нещо математическо, а не разбирам нищо от това.

И разказа как Робърт Форланд ѝ бе дал голям плик с неизползваемите си трудове.

– Съпругът Ви – резюмира Комисарят, – смяташе, че този труд може да заинтересува физиците от ЦЕРН, а г-н Форланд не желаше трудът му да се разпространява?

– Да, така е.

– Някой друг освен Вас и съпруга ви беше ли в течение на този факт?

– Не мисля.

– Имаше ли още някой в стаята по време на този разговор?

– Не, бяхме само тримата.

– Говорили ли сте по-късно другиму за това?

Ева се замисли.

– Не – каза тя накрая, – върнах се направо тук и не срещнах никого по пътя.

Комисарят душеше въздуха с треперещи ноздри. Надушваше следа.

Когато Яцек чу ехтенето на входния звънец, той въздъхна и стана от бюрото, за да отвори.

– А, пак този дявол Комисарят – промърмори той, – досега се чувствах на спокойствие, за да поработя днес у дома!

Придаде си възможно най-любезен вид, покани Комисаря да влезе и седне.

– Ще бъда кратък – каза Комисарят, – но зная, че от известно време живеете в резиденцията. Нещо да ви се е сторило странно напоследък?

– Странно? Не бих казал.

– Няколко дни преди убийството тук е било организирано барбекю. Бяхте ли на него?

– Да.

– Г-н Було изглеждаше ли Ви нормално?

– Нормално? Напоследък бе много нервен, а онази вечер се държеше като простак.

И Яцек разказа как бе реагирал директорът, когато му бе представил мароканската си студентка.

– Присъщи ли му бяха подобни реакции?

– Да, но не дотам, все пак.

– Не го цените?

– Не, не толкова, а и много харесвах Мариан дю Боа. Струва ми се, че начинът, по който я уволни, е недопустим.

– Имате ли да ми сигнализирате още нещо, във връзка с барбекюто например? Нещо, някакъв инцидент...

– Инцидент? А, спомням си нещо, но не смятам, че би могло да Ви послужи.

– Кажете все пак.

– Е, добре. Една голяма групичка се веселяхме и си хапвахме пред къщата на Джо Бюб – къщата му е до моята, но той си замина за Щатите преди седмица. Та, говорихме си, и изведнъж Джо каза на Антоан Фльоре нещо от сорта „Май си покорил сърцето на Аурелия?“ Аурелия е една от математиките. Антоан изглеждаше бесен. Попита кой му е казал това и Джо отговори, че било момчето за поръчки. Антоан стана и си тръгна. Тази вечер повече не го видяхме. Спомням си за това, защото бях изненадан от реакцията на Антоан – не е в стила му да се ядосва.

– Джо Бюб е гост, нали, а Антоан Фльоре – един от постоянните професори в Института?

– Точно така.

– А как така момчето за поръчки е разказало това на Джо Бюб?

– Знаете ли, всички заедно играем футбол и атмосферата е съвсем неприщудена. Смятал е просто да се пошегува.

– Как се казва момчето за поръчки?

– Серж, Серж Дусе. Ще го намерите или в Института, или тук в резиденцията. Можем да погледнем дали колата му е тук.

Станаха и Яцек погледна през вратата.

– Изглежда е тук. Служебната кола е белият пикап, който виждате пред къщата на пазача.

– Един последен въпрос – каза Комисарят, – французин ли сте?

– Да, от една година. Но произходът ми е полски.

– Моите поздравления, владеете езика ни до съвършенство.

– Благодаря, Комисарю.

Комисарят почука на вратата на пазача. Жената, която дойде да му отвори, бе любезна. За полата ѝ се държеше около тригодишно дете, а тя очевидно чакаше и друго.

– Извинете ме, госпожо, търся момчето за поръчки.

Инспекторът хвърли поглед към кухнята, чиято врата бе останала отворена. Мебелировката ѝ бе свръхмодерна, имаше и малък допълнителен телевизор – чуваше се как основният телевизор вие във всекидневната.

– Дявол да го вземе – каза си той, – тук пазачите са добре платени!“

– Аз съм Комисарят Малген и търся г-н Дусе.

– Отиде да занесе материали на дърводелеца, в колибата по-нататък, в гората.

Комисарят последва указаното му направление и почука на вратата на ателието. Чу джафкането на куче и мъж на около петдесет години със заешка уста дойде да му отвори.

– Вие ли сте г-н Дусе?

– Не – каза глас, излизащ изпод купа кашони и дъски. – Г-н Дусе съм аз. Почакайте, идвам.

Серж Дусе винаги бързаше бавно. Приключи с отварянето на кашона, който бе започнал да разопакова, изтри ръцете си една в друга, и приближи.

– Познавате ли професор Бюб? – попита Комисарят.

– Да, разбира се, заедно играехме футбол.

– Спомняте ли си да сте му казвали, че г-н Фльоре е съблазнил някаква математичка?

Серж се засмя.

– Да, казах нещо такова, беше на шега.

– Но кое Ви накара да се пошегувате така?

Серж направи жест на смътен фаталист.

– О, сам знаете! Така се говори. Антоан винаги има красиви студентки. Нали, Реймон? – добави той, обръщайки се към дърводелеца.

– Вярно е, Антоан се ползва с успех, но е сериозен човек.

– Сериозен?

– Искам да кажа, че не е някой, който скача от едно момиче на друго.

– Женен ли е?

– Да, впрочем жена му бе на барбекюто.

Серж взе един парцал и изтри ръцете си.

– Това ли е всичко, Комисарю?

– Да, благодаря.

Серж излезе с небрежна походка. Но носят на Пиер Малген долавяше някакъв мирис, по-фин от този на нарязаното дърво – във въздуха имаше още нещо. Поколеба се за миг на прага и тъкмо се канеше да си тръгне, когато дърводелецът тайно му пошепна:

– Ако това може да Ви помогне, Комисарю, ще Ви кажа откъде идва историята на Серж.

Комисарят наостри ноздри така, както други наострят уши.

– Наистина мисля, че може да ми помогне. Всичко може да ми помогне.

– Чистачката, която чисти кабинетите на администрацията, го каза един ден в кухнята, когато дойде да пие кафе онзи ден. Серж също си пиеше кафе-то и я чу. Не знам как тая същата си върти сметките, – добави дърводелецът, залавяйки се за рендето, за да покаже, че разговорът е приключил, – но винаги узнава всичко преди останалите.

Комисарят вървеше покрай къщата, намираща се в края на гората, когато чу някой дискретно да го вика. Обърна се и видя някакъв азиатец, вероятно японец, който му правеше знак през прозореца.

– Г-н Комисар, трябва да Ви кажа нещо.

Пиер Малген се върна обратно.

– Влезте, Комисарю, влезте, каза азиатецът със силни поклони.

Затвори внимателно вратата и се представи:

– Името ми е Саито, Йошихиро Саито.

– Значи наистина е японец – помисли си Комисарят.

– Видях нещо, което би могло да Ви заинтересува, каза Саито на носов, но разбираем френски.

– И какво е то? – попита Пиер Малген, внимателен към всеки признак.

– Преди около месец си пиех чая в салона, както всеки ден. Нали знаете, че в салона има дъска със снимки на всички гости? Госпожа дю Боа ги снимаше.

– Забелязах я – каза Комисарят, който считаше, че г-жа дю Боа нямаше нищо общо с фотограф-художник.

– На първия ред отгоре има снимки на постоянните професори, а в центъра – на директора.

– Да – каза Комисарят, спомняйки си широкото сериозно лице с безизражен поглед зад очилата. Беше изучил грижливо всички снимки, търсейки да разкрие личността на всеки.

– И така – продължи Саито, – пиехме си чая, когато Тинг Пинг...

– Кой е Тинг Пинг?

– Китайският студент на професор Чен Инг Рън от Китайската академия в Пекин, голям професор.

– Не се и съмнявам – каза Комисарят, който вече плуваше навътре в Китайско море.

– Та Тинг Пинг ми обърна внимание, че... как се казва това, което държи снимките на стената? – и Саито направи жест на забучване с палеца си.

– Кабърче?

– Да, кабърчето, което придържаше снимката на г-н Було, бе забучено между очите му! И беше червено – човек би си помислил, че е от кръв! И ето, днес г-н Було е мъртъв!

Саито се задъха. Съвзе се и попита:

– Смятате ли, че това би могло да бъде предупреждение? Майка ми каза да напусна Института и се преместя по на юг.

– Майка Ви? Комисарят губеше почва под краката си.

– Да, майка ми предсказва бъдещето и ми писа, че ще се случи нещастие и че трябва да замина.

– Но на Вас не ви се е случило нещастие, каза Комисарят със здравия си разум.

В отговор Саито вдигна ръце към небето.

– И другите ли кабърчета бяха червени?

– В най-различни цветове са, но останалите бяха поставени правилно в края на снимките.

– Добре – каза си Комисарят, сбогувайки се с японца. – Струва ми се, че тук не загубих времето си напразно.

Пришпори колелото си и замина с нос, обърнат по вятъра.

## Глава 14

*A thing of beauty is a joy for ever.  
(Нещо красиво дарява радост завинаги.)  
(Кийтс)*

*Понеделник, 3 юли 1989 г.*

Хенрик Декер отвори вратичката в старата каменна стена на западния край на парка и потъна с дълги крачки, с чантата си от дивечова кожа в ръка,

в „господарската аляя“, виеща се между кестените. От времето, в което ръководеше Института, всяка сутрин поемаше по този път, когото градинарят бе нарекъл така в негова чест.

Господарят... Това бе предпочитаното му звание. Имаше и други, по-славни: доктор, професор, директор, но „господарят“ имаше вече някакъв патриархален вид, който отлично му прилягаше. В някои така безобидни изрази като „Ще трябва да се допитаме до господаря...“ или „Господарят би желал...“ понякога откриваше някакво почитание от страна на персонала, и бога ми, почти синовност, която караше сърцето му да пее от радост.

Десетте години, през които бе ръководил този институт, бяха години на радост и любов. Хенрик Декер криеше под привидната си студенина страстна душа – беше фанатик, който не се доверяваше дори на самия себе си и се бе научил да укротява поривите си. От баща си, капитан далечно плаване, бе наследил вкуса към презокеанските приключения, който го бе накарал да изостави след навършване на петдесетата си годишнина добре поставената си университетска кариера в Университета на Амстердам, за да рискува в една страна, чийто език говореше слабо, и да управлява този институт, колос на глинени крака, моделиран от Андре Грюзен. Бе укрепил цокъла му чрез бавни укрепителни работи, придавайки му международно финансово измерение, запазвайки същевременно и развивайки научния му престиж. Бе успял да привърже персонала към себе си и да постигне високи добиви от него чрез един прост метод – бе два пъти по-взискателен към себе си, отколкото към другите, и уважаваше личността на всеки.

С изключителна прозорливост, която понякога го караше да се колебае дълго при вземането на решение, той съчетаваше острото чувство за хумор, което му позволяваше да се противопоставя с лекота – понякога скърцаща лекота – на трудностите на живота, без да им се поддава. Така той често сконфузваше обкръжението си, което го смяташе за безчувствен, още повече, че понякога носеше тежкия дух на германските народи и шокираше французите, свикнали на повече дипломатичност и елегантност във формите. Като всички силни личности, си бе създал неприятели, главно между слабите духом, които му завиждаха. Такъв бе случаят на приемника му начело на Института.

Женското съсловие го упрекуваше за интелектуалното му женомразство. Както повечето мъже от неговото поколение и култура, той бе склонен да смята, че жените са съвършени, що се отнася до заниманията им с къщата, и по-малко способни от своите спътници по отношение на професионална творческа дейност, било то в научната или административната област. Това бе раздразнило невъобразимо Мариан, произхождаща от бретонско семейство, където властваше матриархатът, и на която бе необходимо доста време, за да убеди господаря в обратното! Но той никога не допусна съпругите на

учените, ако самите те не бяха учени, да обядват в кафетерията – имаше опасност да смутят изследователската атмосфера!

Когато преди две години бе се пенсионира като директор, Научният съвет му бе предложил поста на професор за пет години. Бе особено поласкан от поканата за такъв дълъг срок, въпреки че вече бе над 60. От опит знаеше, че за да гарантира високото ниво на изследванията, Съветът бе неумолим относно качествата на гостите. Хенрик бе твърде скромна, за да си го признае, но той все още създаваше трудове от изключителен интерес. Канеха го от четирите краища на света, а по времето на една неотдавнашна конференция бе представен като „последният тополог“.

– Превърнахте се в исторически паметник! – каза Мариан с усмихнато възхищение.

След четиридесет години кариера той все още запазваше младежки ентузиазъм към математиката и оставаше все така очарован от тази „божествена наука“, която за него бе едновременно изкуство и извор на младост. Може би оттам той черпеше аурата, която го превръщаше в „лъчезарен човек“.

Според един американски изследовател съществуват два типа математици: „единият дълбае много дълбоки кладенци, за да открие в тях скъпоценния камък, които ще изследва на воля и чиито прелести ще обясни докрай, а другият помита като булдозер цялата повърхност“. Хенрик Декер, без всякакво съмнение, принадлежеше към първата категория. Търсеше преди всичко истината и бе убеден, че тя е в сърцевината на златния триъгълник, образуван от красотата, очевидността и простотата – тогава той дълбаеше ли дълбаеше, за да извлече скъпоценния камък, и когато накрая го откриеше, го полираше с педантична любов, за да може многобройните му фасети да го разкрият в цялото му великолепие. Няма нищо по-красиво от очевидната простота на диаманта.

Хенрик свърна наляво от розаруима към административната сграда, слезе бързо по стъпалата към терасата и влезе в салона. Сърцето му винаги трепваше, щом пристигнеше близо до стария си директорски кабинет и много често се изненадваше, че посяга към джоба си, за да извади оттам връзката с ключове – още чуваше в паметта си превъртането на ключа в голямата дървена двукрилна врата. Бе щастлив, че вече не носи тежките отговорности на управлението и властта и че може най-накрая да отдаде цялото си същество на страстта към математиката. Но пазеше носталгията на стария моряк към десетте възторжени години, прекарани на руля на този презокеански кораб, който с нарастващо възмущение бе видял по-късно да се полюшва тъжно на котвата си.

Хвърли и меланхоличен поглед към вратата на кабинета на Мариан. Какъв добър екип бяха формирали двамата и как обичаха да работят заедно!

Все още чуваше ясния ѝ смях, когато се шегуваше. Един ден тъжно му бе признала, че никога не се е смяла с приемника му.

– Какъв подлец е този Було – помисли си той за двадесети път, – и какъв глупак! Да изгони така секретарка, която няма равна на себе си! Ако не бе умрял, щеше да погуби Института!

В него отново се надигаше глух, натрапчив и неконтролируем гняв, макар да знаеше, че вече няма основания за съществуването му. Рядко се оставяше да бъде управляван от чувствата си, а най-вече, ако му се струваха ирационални, и веднага потърси да ги отклони чрез съзерцанието на големия гоблен, който бе донесъл от Бразилия и който се намираще срещу медночервената камина. Гобленът пламтеше с всичките си тропически цветове и човек не знаеше дали червенината на капака над огнището се отразяваше в огромното оранжево венче, което заемаше и поглъщаше центъра на творбата, или тъкмо обратното. Мариан го харесваше толкова, колкото и той – колко пъти бяха и двамата заставали пред него, възхищавайки му се! Изведнъж той реши да ѝ го подари. При първа възможност щеше да ѝ го занесе. В края на краищата, този гоблен бе лично негов и той бе свободен да си го прибере. Приближи се до стената и го откачи. Беше погълнат от навиването му, коленичил на пода, когато приятелски глас го повика:

– Професор Декер?

Хенрик вдигна очи и видя два мускулести крака, стегнати в бели памучни чорапи, а после и кафяв кадифен панталон – бе Комисарят Малген, с когото имаше среща.

– Добър ден, Комисарю – отговори, като стана и му подаде ръка.

Пиер Малген наблюдаваше този слаб, почти мършав човек с череп, украсен с венец от сивеещи коси, преминаващи в бакенбарди. Изглежда се чувствуваше съвсем удобно и очевидно не виждаше нищо нередно в това да бъде изненадан, на четири крака върху плочките, от Комисар от полицията!

„Значи това е човекът, водил така добре лодката си в течение на десет години, – помисли си Комисарят. – Прилича повече на университетски учен, отколкото на шеф на компания, но в погледа му се чете решителност.“

Сините очи зад очилата в стоманените рамки бяха с необичайна зоркост, укротена от сянка на унесеност. Усещаше се действияят мъж и двойникът му идеалист.

– На Ваше разположение съм, Комисарю, – каза Хенрик, вдигайки гоблена и поставяйки го в един от ъглите на салона. Желаете ли да дойдете в кабинета ми, или предпочитате да повървите из парка?

– За Бога, господине, привърженик съм на разходката под дърветата, – отговори Пиер Малген, отбелязвайки ужасния холандски акцент на събеседника си.

Двамата излязоха и тръгнаха наляво, към горичката. Комисарят поде разговора.

– Били сте начело на този институт в продължение на десет години, струва ми се?

– Да.

– Сигурно Ви е била нужна смелост, за да се хвърлите в това приключение?

– О, не мислех за смелостта! Наистина се интересувах много от този изключителен изследователски център и за мен това бе начало на нов живот. Не знаех точно с какво се залавях, – добави Хенрик, смеейки се, – но никак не съжалявам, че го направих!

– Какво мислехте за Шарл Було?

– Какво мислех ли? – Хенрик замълча за миг, обмисляйки това, което щеше да каже. – Със сигурност бе добър математик.

– Защо го избрахте за директор? Очевидно, не е бил много ценен.

– Знаете ли – каза бавно Хенрик, наблягайки върху всяка от думите си и колебаейки се понякога върху тях, – много трудно е да се намери директор за този институт, който е, както се казва, овца с пет крака. Винаги съм оптимист по отношение на хората – вярвам в тях, това е моята „философия“. Въпреки това ми се случвало да установя, че съм грешил. Шарл Було беше Председател на Дружеството на математиците във Франция и Научният съвет смяташе, че това е добър избор.

– Съжалявахте ли за този избор?

– Да.

– Бяхте ли в течение на уволнението на г-жа дю Боа?

– Не. Изобщо. Бях в Германия, когато това се случи.

– Цените ли г-жа дю Боа?

– Изключително. Тя е страхотна жена, увлечена в работата си. Жалко, че г-н Було не се разбираше с нея.

– Опитвали ли сте да се намесите, за да предотвратите това уволнение?

– Телефонирах на директора, но той отказа да говори с мен за това.

Гласът бе толкова сух, че Комисарят извърна глава, за да погледне спътника си. Изглеждаше все така спокоен, само лекото потрепване на адамовата ябълка издаваше нервността му.

– А не се ли намесихте преди това?

– Мислех за това, но злото вече бе сторено, а и би било лошо за Института, ако бях направил нещо публично. Въпросът не бе личен.

– Опитах се да се свържа с г-жа дю Боа, но ми отговориха, че била заминала за Бретан. Смятате ли, че е способна да убие?

– Не.

– Какъв тип жена е?

– Трудно е да се обясни. Както Ви казах, тя е много ефикасна, много весела, а и много жизнена. Има много приятели сред математиците. Хенрик се

поколеба, после продължи: – Отбелязваше си в един бележник всички интересни или забавни истории, понякога и от двата вида, от живота на Института. Когато напуснах директорския пост, тя ми подари бележник, в който ги бе преснимала. Ако Ви интересува, мога да Ви го заема, в кабинета ми е.

– С голямо удоволствие.

Сега те вървяха в мълчание и приближаваха научноизследователската сграда. Комисарят внезапно спря. Двамата се спогледаха.

– Казахте ми, че сте били в Германия. В кой период бяхте там?

Хенрик извади бележника си.

– Заминах от 15 юни до 2 юли.

– Значи не сте били на барбекюто? Г-н Льомоан е вписал името Ви в списъка на присъстващите.

– Всъщност, върнах се за една лекция в Париж и прекарах няколко часа на барбекюто, преди да взема самолета.

Последва мълчание. Хенрик погледна Комисаря със заплашително спокойствие:

– Не съм убил директора, Комисарю. Човек би могъл да поиграе с тази хубава мисъл, но не съм го убил.

„Възможно е да лъже, – помисли си Пиер Малген, – но във всеки случай умението му да се владее е невероятно.“

## Глава 15

*Обратното на слуховете, които се носят  
за историите или лицата, често е истина.  
(Лабрюйер)*

*Понеделник, 3 юли 1989 г.*

От височината на стълбата, на която се бе качила, за да подрежда книги, Аманда видя Комисаря Малген и Хенрик Декер да вървят с широка крачка из парка пред библиотеката ѝ.

– Възможно е да дойде да ме види след това.

Бе забелязала пламъка на желанието, запалил се в очите на Комисаря по време на първия им разговор, и от опит знаеше, че ще се върне да я види. Бе го предвидила и се бе подготвила за разпита.

Спусна се бързо от високото. Бързо напудри носа си, прекара няколко пъти гребена през катраненочерните си коси, сложи по капка парфюм под ясписовите обици, които бе сложила този ден, и отново се качи на наблюдателницата си.

Когато Комисарят Малген влезе в библиотеката, Аманда с потънал в книгите нос изглеждаше силно погълната от работата си.

– Хм! – рече притеснен Комисарят, повдигайки очи към чифт хубави крака, подаващи се изпод зелената пола с двоен волан, повдигната сигурно по невнимание върху бял дантелен комбинезон.

Аманда наведе глава към него.

– Ах, това сте Вие, Комисарю!

– Да, госпожо, бих искал да Ви задам няколко въпроса.

– На Ваше разположение съм, Комисарю.

Слезе от стълбата със съсредоточения вид на кралица от Лидо.

– Както знаете, натоварен съм с разследването на смъртта на директора и си помислих, че като библиотекарка се срещате с доста хора и че географската Ви отдалеченост... и Вашият чар, – добави той галантно, – биха могли да предразположат към доверие посетителите Ви.

Аманда изобрази на лика си усмивка на сибила.

– Вярно е, че научавам доста неща, но наистина не виждам как биха могли да Ви послужат. Въпреки това ще съм щастлива да допринеса за напредването на разследването Ви, ако пожелаете да ми задавате въпроси.

– Добре – каза Комисарят и извади бележника си, за да възвърне присъствие на духа. – Бих искал да чуя мнението Ви за различни лица. Първо, за директора. Какво мислехте за него?

– Няма много за казване. Той не се интересуваше от библиотеката, а аз не се интересувах от него. Общуването с него бе трудно. А когато г-н Декер бе директор, ходех да го видя, дори да нямах нещо специално да питам, а заради самото удоволствието да разговарям с него и да обменяме идеи. Но нямах какво, съвсем нямах какво да кажа на г-н Було. Докато Мариан бе тук, тя осъществяваше връзката между служителите и него, но вече няма кой да го прави сега.

– Разбирахте ли се добре с г-жа дю Боа?

– Много добре. Тя смяташе също като мен, че г-н Було не бе създаден да управлява този институт, и не бе единствената. Ако желаете доказателство за неговата непригодност, прочетете тази статия, добави тя, подавайки му някакво научно списание, което, като по чудо, вече бе отворено на желаната страница.

– Какво се казва в статията?

– Казва се, че преди няколко години ИЧМ е бил на изключително ниво, което е вярно, но не се казва, че това е така и днес. Казва се, че г-н Було се оплаква от финансовото си състояние, докато Институтът никога не е бил толкова богат. Правителството насила превежда пари за заплащането на възнаграждения на постоянните професори, които напускат един след друг.

– Откъде го знаете?

– Имам свои източници.

Комисарят си обеща да напъха носа си по-отблизо в счетоводството на ИЧМ.

– Във всеки случай – продължи Аманда, – струва ми се, че когато човек ръководи институт от такъв мащаб, той крие бедността си. А освен това, – продължи тя с раздражение, – в статията се говори какво ли не за библиотеката. Изглежда, че тя се пука под тежестта на книгите, въпреки че току-що приключиха ремонтите по укрепването ѝ, и че бе построена пристройка за архивите.

Тя се спря, задъхвайки се.

Истински или престорен, гневът ѝ отива, помисли си Комисарят.

– Извинете ме – каза Аманда, възвърнала спокойствието си. Обичам библиотеката си и се увлякох. Но предполагам, че не това Ви интересува?

– Напротив, всичко ме интересува. Бих желал и да зная дали смятате, че някои лица са имали причини да убият директора.

– Значи е убийство?

– Тук съм, за да го установя.

– Мислила съм по въпроса – каза Аманда, очарована от обратата, който взе разговорът. – Не зная кой е могъл да изпитва достатъчно смъртоносни чувства към г-н Було, за да го убие, но познавам куп хора, които със сигурност са доволни от кончината му, ако не друго, поне като директор.

– Например?

Аманда преглътна слюнката си.

– Ами г-н Декер, с когото току-що се видяхте. Никога не казва нищо за това, което мисли, но е очевидно, че не ценеше политиката на своя приемник и че бе вбесен от уволнението на Мариан, с която се разбираше много добре... и дори твърде добре.

– Твърде добре? Какво искате да кажете с това?

– Искам да кажа, че двамата работеха толкова добре заедно, че бе почти невъзможно Мариан да се приспособи към нов господар, с по-малък размах.

– Не искате да кажете нищо друго?

– Ако искате да ме накарате да кажа, че е била негова любовница, нищо не зная. Тя имаше куп любовници, но никога не говореше за любовта си.

– Като Вас?

– Като мен – отговори Аманда с омагьосваща усмивка.

Комисарят покашля и продължи разпита си.

– Какви бяха другите ѝ любовници в Института?

Аманда махна непринудено с ръка:

– О, обикновено бяха посетители, които идват и си отиват. А, и Жан Делмас – често ги виждаха заедно.

– Кой е Жан Делмас?

– Дългосрочен професор. Мариан бе много нещастна с Шарл Було, а Жан Делмас не одобряваше начина, по който той ръководеше Института. Уволнението на Мариан се превърна в детонатор – всъщност той бе този, който,

като че ли случайно, първи узна от устата на Жак Шевалие новината за смъртта на директора.

– Откъде го знаете?

– О, много е просто. Видях Жак Шевалие да слиза тичешком от кулата. Той буквално налетя на Жан Делмас, който се качваше покрай розариума към научно-изследователската сграда – бедничкият, търкаше си рамото. Видях ги да разговарят и да отиват и двамата към г-н Льомоан. Десет минути по-късно всички бяха в течение за драмата.

– Имате ли други имена?

– Ами да. Очевидно, Мариан.

– Очевидно – изрази мнението си Комисарят, който си водеше бележки.

– Изглежда, че след уволнението си е имала нещо като нервна депресия.

– Беше ли склонна към депресия?

– Не, но бе избухлива, много избухлива и непреклонна.

– Виждате ли още някого?

– Г-н Грюзен.

– Председателят?

– Да. Ненавиждаше г-н Було. Във всеки случай, мразеше двамата си приемници. Но не можеше да укори г-н Декер за управлението му, защото знаеше, че г-н Було бе опасен за ИЧМ.

– А как така сте в течение за тези неща?

– Зная го, тъй като го е казвал на един от приятелите ми, който пък ми го повтори.

Комисарят си помисли, че приятелят би трябвало да е много скъп, за да ѝ се доверява чак дотам.

– Виждате ли други заподозрени?

Аманда облиза устните си.

– Антоан Фльоре.

– Антоан Фльоре?

– Да, той е постоянен професор. Казват, че имал връзка с някаква математичка. Съпругът писал на г-н Було. Може би Антоан е убил директора, за да не се разчуе историята. Или пък за да си отмъсти за това, че се е разчула. Нали разбирате, подобна история може да разбие една кариера, а кариерата на Антоан е забележителна.

– Как така?

– Ами просто е – Медалът Фийлдс, член на Академията на Науките, професор в Колеж дьо Франс и в ИЧМ... Всичко това на 35 годишна възраст!

– Вече съм в течение на тази история. Но пък ми се струва, че г-н Фльоре е такава знаменитост, та не рискува нищо. Положението му е сигурно.

Аманда се гмурна в бездна от размишления.

– Вероятно имате право, Комисарю, но кариерата на Аурелия (въпросната математичка) е в самото си начало, а Антоан има душа на санбернар...

– Душа на санбернар?

– Да. С това искам да кажа, че подобно на санбернарските кучета, той винаги се грижи за тези, които са изпаднали в беда! А ако е усетил, че Аурелия е била заплашена, санбернарът е способен да се превърне в нападащо куче! Освен това, той има жена, която много обича, не е несъвместимо! Бях на барбекюто, когато Джо Бюб подхвърли отровното си подмятане... В течение ли сте вече?

– В течение съм.

– Фани Фльоре, жената на Антоан, го чу така, както и аз. Пребледня като мъртвец!

Последва мълчание, след което Комисарят рече замислено:

– Ако сведенията ми са добри, това са само слухове!

– Съвсем не! Истина е.

– Как можете да бъдете толкова сигурна?

Аманда прекара розов език по устните си.

„Каква очарователна усойница!“ помисли си Комисарят.

– Ами Жанет, чистачката, е чула разговора, състоял се между Шарл Було и Антоан Фльоре в кабинета на директора. Тя ми го предаде.

– Този кабинет все пак изглежда доста добре звукоизолиран.

– Човек не бива да се доверява на очевидното – възрази осъдително Аманда. – Това, което се говори там, може да се чуе много добре от кабинета на Мариан. Достатъчно е да се отвори вратата на шкафа и да се слуша през преградата, която е много тънка, с помощта на картонена тръба.

– Но как на чистачката и е дошла такава изкусителна идея?

Аманда наклони към събеседника си най-красивото пърхащо деколте, което той някога бе виждал, и отваряйки огромните си невинни очи, каза:

– Защото идеята, Комисарю, е моя!

Когато напусна Аманда, Комисарят усети властната необходимост да отиде в кафето на ъгъла и да изпие една добре изстудена бира – гърлото му бе пресъхнало. Тъй като и стомахът му бе празен, поръча и бифтек с пържени картофи и го поля с втора бира. После изсърба едно кафе, размишлявайки над сутрешните си разговори, и си обеща да направи равносметка след разговора с професор Греков. Професор Греков със сигурност бе някакъв оригинал. Всъщност, всички в този Институт бяха необикновени! Но този изглежда биеше всички рекорди – Пиер Малген бе забелязал журнална статия, окачена в научноизследователската сграда и разгърната на две страници, показваща как професор Греков, преобразен във въжеиграч, се разхожда по въже, опънато между два от кестените в парка.

Реши да направи кратка разходка преди да пристъпи към третия разговор от деня и се качи до кулата.

Кулата бе огряна от слънце. Седна близо до вратата на малка пейка с груба изработка от бели камъни, между които прорастаха бурени. Пред него пътят следваше стръмния склон – тук, под тази акация, бяха намерили тялото. Дали Шарл Було бе умрял именно тук, или го бяха докарали? И защо, по дяволите, го бяха премахнали? Комисарят не виждаше в списъка на заподозрените никой, който би имал достатъчно мотиви, за да извърши убийство.

Въздъхна, стана и слезе бавно надолу към кабинета на Борис Греков.

Двамата седнаха един срещу друг в креслата, които Борис бързо бе разчистил от листата, които се трупаха по тях.

– Ако Ви безпокоя, поде Комисарят, то е защото ми предадох за една Ваша неотдавнашна странна постъпка. Лицето е било на върха на кулата и Ви е видяло да идвате през гората, да ровите в пръстта в подножието на кулата, а после да се връщате по същия път. Точни ли са сведенията ми и можете ли да ми кажете какво търсехте?

– Точно така беше – отговори Борис, – исках да поговоря с Вас за това, въпреки че не виждам каква връзка може да има със смъртта на директора.

И той обясни на приблизителния си и неравен френски, който Комисарят доста се затрудни да разбере как бидейки горе на кулата със съпругата си, за да погребат там кучето си, бе открил, копаейки, голям кафяв плик, завит в прозрачен найлон, който веднага покрил с пръст, за да не смути жена си, вече силно натъжена от смъртта на домашния им любимец, и как заинтригуван се върнал на другия ден и установил, че пликът е изчезнал.

– Сигурен ли сте за мястото, където се намираше?

– Абсолютно.

Комисарят веднага разбра, че този човек с благ и проникновен поглед твърдеше нещо само ако бе сигурен.

– И нямате никаква идея относно съдържанието на плика?

– Не. Но със сигурност е било хартия. Огъна се под тежестта на лопатата, без никакъв звук от метал или нещо друго.

– Спомняте ли си дали пликът носеше клеймото на ИЧМ?

– Да.

– Ах – възкликна Комисарят и предаде разговора си с Ева Йегер.

Борис се замисли за миг, с наведено лице, после вдигна очи.

– Напълно възможно е трудът на Робърт Форланд да е бил откраднат, но наистина не разбирам защо е трябвало някой да отиде да го заравя там горе. И не виждам връзката със смъртта на Шарл Було.

– Нито пък аз – каза Комисарят. – Виждате ли друг признак, който би могъл да ме насочи по следата?

– Не – каза Борис, – не виждам нищо освен този плик.

– И друг въпрос. Одобрявахте ли начина, по който г-н Було ръководеше института?

- Научната му политика бе добра, но не и администрацията.
- Например уволнението на г-жа дю Боа?
- Да.
- Познавахте ли я добре?
- Да, и високо я ценях. Опитах да се намеся, но бързо си дадох сметка, че не може да се направи нищо. Директорът смяташе, че не ще може да ръководи приемливо Института, докато Мариан е там. Жалко, защото тя е много добра, много ефикасна, но характеристиките им не се сходяха.
- Смятате ли, че е способна да извърши убийство, за да си отмъсти?
- Не, нито тя, нито някой друг. Мислих, Комисарю – не смятам, че става дума за отмъщение.
- За какво, тогава?
- Не зная, – каза Борис с вперени надалеч очи, – струва ми се, че трябва да се гледа по-нависоко.

...

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

**Превод от френски (с незначителни съкращения): Елена Кръстева**