

Нобеловата награда по физика за 2003 г.:

ЗА ТЕОРИЯТА НА СВРЪХПРОВОДИМОСТТА И СВРЪХФЛУИДНОСТТА *

Димо И. Узунов **

На 08.10.2003 г. Нобеловият комитет обяви, че Нобеловата награда по физика за 2003 г. се присъжда на руските физици-теоретици **В. Л. Гинзбург** и **А. А. Абрикосов** и на английския физик-теоретик **А. Дж. Легет** *“за техните пионерски приноси в теорията на свръхпроводниците и свръхфлуидите”*. Горният ред на изброяване на нобелистите не е азбучен, но има предимството да отразява йерархията по възраст и последователността във времето на техните върхови творчески постижения. Настоящата статия е посветена именно на най-важните постижения на тези забележителни учени в областта на свръхпроводимостта и свръхфлуидността, както и на пряко свързаната с тези явления Бозе-Айнщайнова кондензация (БАК). Ние ще обсъдим тези три най-важни макроскопски квантови явления с цел да изясним особено важното място на постиженията на нобелистите в съвременната квантова физика на многочастичните системи. Нека преди това представим накратко Нобеловите лауреати – едни от най-забележителните физици на нашето време, – както и да посочим накратко именно онзи най-важен принос на всеки от тях, който се е оказал решаващ за наградата.

1. За Нобеловите лауреати по физика за 2003 г.

Виталий Лазаревич Гинзбург, роден през 1916 г., доктор на физико-математическите науки, академик от Руската академия на науките (РАН), професор във Физическия институт “П. П. Лебедев” на РАН, Москва. Намира се в отлично здраве и е много работоспособен въпреки своите 87 години. Носител е на множество академични награди, смятан е за един от най-големите живи физици-теоретици, ако не за най-големия.



Нобеловата награда му се присъжда най-вече за статията [1] **“К теории сверхпроводимости”** от 1950 г. в съавторство с Л. Д. Ландау, в която се развива

известната (квази-)феноменологична теория на свръхпроводимостта. Важно е да се отбележи, че именно В. Л. Гинзбург е инициаторът на проведеното с Ландау изследване, като в началото е бил воден от идеята си да приложи теорията на Ландау за фазовите преходи от втори род към фазовия преход в свръхпроводящо състояние. На известен начален етап от работата си в тази насока е потърсил плодотворното сътрудничество на Ландау и двамата заедно достигат до формулирането на известната *свободна енергия на Гинзбург - Ландау* (ГЛ). От тази знаменита свободна енергия следват гръмко-известните *уравнения на ГЛ*, които описват устойчивите фази в свръхпроводника. Отдавна няма сериозни теоретични физици-изследователи, които да не знаят свободната енергия (термодинамичния потенциал) на ГЛ и съответстващите на нея уравнения на ГЛ. Причината е, че общият подход на ГЛ, изложен в [1], от десетилетия се прилага в изследвания на почти всички крупни проблеми в съвременната физика.

Да отбележим още забележителните приноси на Гинзбург в теорията на фазовите преходи, сегнетоелектричеството, плазмата, синхротронната радиация, астрофизиката.¹ Като че ли няма област на физически изследвания, където талантът на Гинзбург да не е оказал плодотворно влияние.²

През септември 1980 г. проф. В. Л. Гинзбург посети Международната школа на ИФТТ (проведена в Творческия дом на БАН край Варна) и изнесе лекция по възможността за съществуване на високотемпературна свръхпроводимост – една хипотеза, станала реалност през 1986 г.

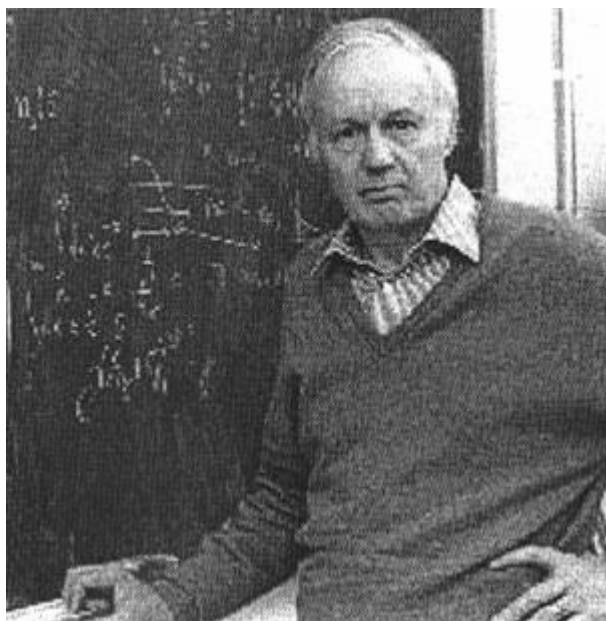
Алексей Алексеевич Абрикосов е роден през 1928 г. и също е москвичанин, доктор на физико-математическите науки от 1955 г., професор, академик на РАН, изтъкнат учен от школата на Л. Д. Ландау. Пряк учител е на много изследователи, между които и на българите д-р М. Бушев (ИФТТ-БАН), д-р В. Димитров (СУ “Св. Кл. Охридски”) и д-р Д. В. Шопова (ИФТТ-БАН). Има забележителни приноси в квантовата електродинамика, теорията на металите, полуметалите и полупроводниците. До 1991 г. е работил в Института по теоретична физика “Л. Д. Ландау” на РАН, а от 1991 г. живее в САЩ и е ръководител на изследвания в Аргонската национална лаборатория (Argonne National Laboratory, Argonne, IL, USA). От няколко години е гражданин и на Русия и на САЩ.



Получаването на Нобеловата награда Абрикосов дължи най-вече на знаменитото си решение на уравненията на ГЛ, което му дава възможност да предскаже и практически точно да опише “смесеното” (mixed) свръхпроводящо състояние. В последните две-три десетилетия това смесено състояние на свръхпроводимост все по-често се нарича от експертите **“вихрова решетка на Абрикосов”**. Споменатият изключителен принос е публикуван в статията [2] **“О магнитных свойствах сверхпроводников второй группы”**.

Професор Абрикосов е посещавал неколkokратно нашата страна – по професионални причини, а и като личен гост на своя бивш докторант д-р М. Бушев от ИФТТ. Той беше най-изтъкнат участник в Международната школа на ИФТТ (септ. 1986 г., Творчески дом на БАН край Варна) и на Международната конференция на страните членки на СИБ по физика и техника на ниските температури (хотел “Интернационал”, Златни пясъци – Варна, 1983 г.).

Anthony J. Leggett е роден през 1938 г. Получил е бакалавърска (1959 г.), магистърска (1961 г.) и докторска (1964 г.) степени в Оксфорд. След няколко последователни назначения в няколко университета (Oxford, UK; Illinois, USA; Sussex, UK), през 1978 г. става професор в University of Sussex (в родината си), а от 1983 г. приема професура в University of Illinois (IL, USA), на който пост е и до днес. Професор А. Дж. Легет е също един от най-забележителните физици-теоретици от последните няколко десетилетия. Областта на научните му изследвания е впечатляващо широка: физика на кондензираната материя, основи на квантовата механика и квантовата статистическа физика, високотемпературна свръхпроводимост, БАК и свръхфлуидност.



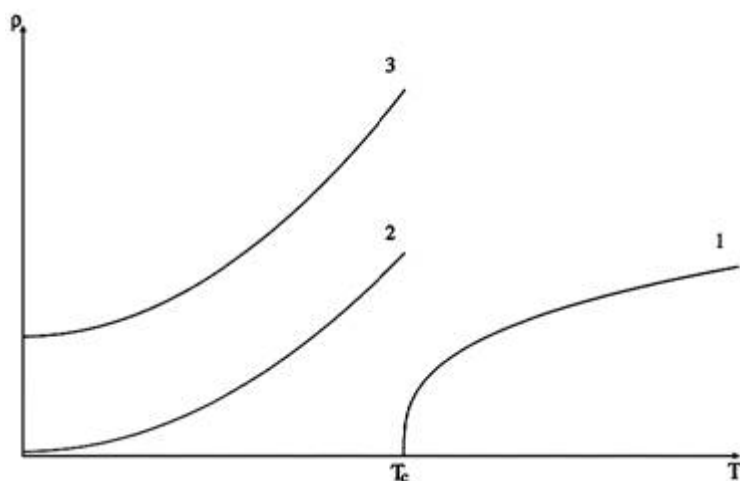
През 1972 г., скоро след експерименталното откриване на два нови фазови прехода в течния ^3He под 3 mK, чрез особено талантлив анализ на експерименталните данни Легет успява пръв да даде вярното обяснение на произхода и структурата на новите фази на веществото, появяващи се при тези преходи [3]. Легет извежда уравненията, описващи тези фази, като успешно прилага известната идея за Куперово сдвояване на фермиони (в случая атомите на ^3He със спин $S = 1/2$) и известните подходи към проблема в рамките на Ландаувата теория на Ферми-течности и на микроскопската теория на свръхпроводимостта по Бардийн, Купър и Шрифер (БКШ) (виж например [4]). Така той доказва реалното съществуване на свръхфлуидните фази $^3\text{He-A}$ и $^3\text{He-B}$, известни преди това като теоретична хипотеза и даде конкретното им описание. Тези приноси на А. Легет са изложени в обзора му, озаглавен **“A theoretical description of the new phases of ^3He ”** [3], и в предишните му статии [3a - 3c].

Да отбележим две от най-големите академични признания, които Легет е получавал преди Нобеловата награда – член на Кралското общество (Fellow of the Royal Society, UK) от 1980 г. и носител на Лондоновата награда от 1981 г. (Fritz London Memorial Award). Същата висока награда по физика на името на Ф. Лондон, притежава и Абрикосов. Изтъкнат ученик и съавтор на Легет – проф. Джеймс Анет (James F. Annett) от Бристол беше наскоро наш гост на Международния семинар на ИФТТ (Пампорово, 2001 г.), където изнесе впечатляваща тричасова лекция по неконвенционална свръхпроводимост, прояви интерес към изследванията, провеждани у нас, както и изрази желание за по-осезателно сътрудничество с наши учени.

2. Свръхпроводимост, свръхфлуидност и приносите на нобелистите

За свръхпроводимостта. Свръхпроводимостта е открита от Камерлинг Онес през 1911 г. при измервания на електрическото съпротивление на живака в зависимост от температурата (T) [5]. Той установил, че под 4 K съпротивлението на живака спада рязко до нула и остава такова до постижимите тогава ниски температури ($\sim 0,1$ K). На Фиг. 1 кривата 1 показва подобна зависимост на съпротивлението от температурата T .

Онес сполучливо назовал това явление *свръхпроводимост* (вместо идеална проводимост), а температурата, при която става скокът на съпротивлението, нарекъл *критична температура* (T_c). Явно той веднага е схванал, че става дума за нещо доста различно от *идеална* проводимост – явление, което следва да се появи в метал с идеално подредена кристална решетка при $T = 0$ (виж крива 2 на Фиг. 1, където за сравнение е показана и крива 3, изобразяваща качествено поведението на съпротивлението на реален метал с дефекти в кристалната решетка, където има “остатъчно” съпротивление при $T = 0$).



Фиг. 1.

Свръхпроводимостта има и още едно основно характерно свойство – *идеалният диамагнетизъм* (ефект на Майснер и Оксенфелд [6], по-често споменаван като “ефект на Майснер”). Идеален диамагнетизъм е термин, означаващ, че магнитната индукция $\mathbf{B} = (\mathbf{H} + 4\pi\mathbf{M})$ във всяка точка $\mathbf{r}$ в обема на тялото V е равна на нула, $\mathbf{B}(\mathbf{r}) = 0$, т.е. че външното магнитно поле $\mathbf{H}$ и намагнитването $\mathbf{M}$ удовлетворяват равенството $\mathbf{H}(\mathbf{r}) = -4\pi\mathbf{M}(\mathbf{r})$. Да отбележим, че съгласно електродинамиката от идеалната проводимост следва свойството идеален парамагнетизъм ($\mathbf{B} = \mathbf{H}$, т.е. $\mathbf{M} = 0$), а не идеален диамагнетизъм, както е в свръхпроводимостта. Следователно уникалните магнитни свойства на свръхпроводниците не са пряко следствие на идеалната проводимост под T_c .

Идеалният диамагнетизъм, наблюдаван в свръхпроводниците в постоянно външно магнитно поле, се дължи на пълното компенсиране на последното от вихрови диамагнитни токове, създадени от същите свободни електрони в метала, които осигуряват нулевото електрично съпротивление – *свръхпроводящите електрони*. Тъй като тези диамагнитни токове са недисипативни (свръхпроводящи, т.е. без съпротивление), то те са и незатихващи и за тяхното протичане не е необходима промяна на магнитното поле – те протичат незатихващо в постоянно външно магнитно поле.

Проста логика, съобразена с резултатите от експериментите, ни води веднага до вярното предположение, че част от свободните електрони в метала по някаква причина стават “свръхпроводящи” при $T < T_c$. Това са същите електрони, които съгласно микроскопската теория на свръхпроводимостта на БКШ образуват “Куперови двойки от електрони” (композитни бозони, квазичастици) със спин равен на нула. Двата електрона в Куперовата двойка са със сумарен импулс ($\mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$) равен на нула ($\mathbf{p} = 0$), при условие че отсъства външно магнитно поле ($\mathbf{H} = 0$). Куперовия механизъм на sdвояване на електрони или други фермиони ще обсъдим малко по-подробно на подходящия етап от нашия разказ (виж също [4, 7, 8]).

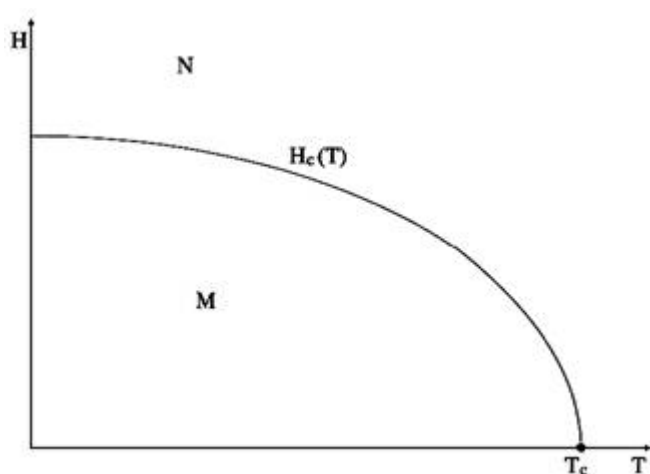
Колкото температурата се понижава все по-надолу под критичната, идеалната проводимост и идеалният диамагнетизъм придобиват все по-ярка проява – свръхпроводящият ток и интензитетът на магнитното поле, при които свръхпроводящото състояние се разрушава, нарастват по стойност. Следователно броят на свръхпроводящите електрони N_s расте с понижението на температурата T , докато броят на нормалните електрони $N_n = (N - N_s) > 0$ намалява (N е общият брой проводящи електрони, слабо зависещ от T). Да напомним също, че плътността на свръхпроводящите електрони $\rho_s = (N_s/N)$ е равна (при подходяща нормировка) на квадрата на модула $|\psi|^2$ на съответната електронна вълнова функция ψ . $\rho_s = |\psi|^2$.

Навлизайки в терминологията на теорията на термодинамичните фази и фазови преходи (виж напр. [9, 10]), става ясно, че споменатата вълнова функция е свързана по някакъв начин с параметъра на подреждане на свръхпроводящото състояние. Както ще видим това е почти така, като въпросният параметър на подреждане е макроскопската вълнова функция на свръхпроводящите електрони, т.е. вълнова функция (която също ще означаваме с ψ), описваща свръхпроводящата компонента на електронната течност в метала като цяло. Когато температурата T нараства до T_c , $|\psi|$ клони към нула (свръхпроводимостта плавно изчезва), докато при $T \rightarrow 0$, $|\psi|$ клони към единица (при подходяща нормировка) и свръхпроводящите свойства на материала са най-добре изразени.

С дадените дотук обяснения ние почти описахме основите на двутечностния модел на свръхпроводимостта по Гортер и Казимир [11], който се състои в представата за свръхпроводящите и нормалните електрони като хомогенна смес от две течности. Тази ранна термодинамична теория на свръхпроводимостта качествено вярно описва най-важните термодинамични величини в свръхпроводниците. От подобни идеи и от аналогията с БАК (виж по-долу) са били вдъхновени и Ф. Лондон и Х. Лондон [12], когато развиват електромагнитната теория на свръхпроводимостта. “Лондоновата теория” обяснява идеалния диамагнетизъм и идеалната проводимост, но е вярна количествено само за определен вид свръхпроводници – свръхпроводниците от втори род или, както често се наричат, свръхпроводници от “Лондонов тип”. Тя е граничен (или частен) случай на по-общата теория на ГЛ.

Може определено да се смята, че **явлението свръхпроводимост е идеална проводимост плюс идеален диамагнетизъм, създадени от едни и същи заредени частици**. Това термодинамично състояние се явява в доста на брой химични елементи и в множество химически съединения и сплави в широк температурен диапазон: $T < T_c \sim 20$ К – за така наречените *нискотемпературни свръхпроводници* и при по-високи температури – във *високотемпературните свръхпроводници* (тези с $T_c > 20$), където досега са установени равновесни свръхпроводящи фази чак до 120 К.

Освен с критична температура областта на фазовата диаграма на един типичен свръхпроводник се характеризира и с критично външно магнитно поле $H_c(T)$, над което свръхпроводимостта се разрушава от магнитния поток, който е толкова силен, че съответната плътност на вихровите токове е недостатъчна за неговото екраниране. Най-често се цитира стойността на това критично поле при $T = 0$ и именно $H_c = H_c(0)$ се подразбира като “критичното поле”. Критичните параметри T_c и H_c са специфични за съответното вещество. На Фиг. 2 (а) е показана примерна фазова диаграма на свръхпроводник от първи род. Под линията на фазов преход, която може да се запише като функция $H_c(T)$ [или, еквивалентно, като функция $T_c(H)$] е областта на обичайната свръхпроводяща (*Майснерова фаза* с идеален диамагнетизъм, означена с “М”), докато над тази линия е устойчива нормалната фаза (означена на Фиг. 2 (а) с “N”).



Фиг. 2 (а)

Приликата на свръхпроводимостта с БАК. Най-трудният въпрос в свръхпроводимостта е свързан с обяснението на факта, че свръхпроводимостта се появява при крайни температури, а не при абсолютната нула ($T = 0$). За да си отговорим на този въпрос, нека разгледаме други две удивителни макроскопски квантови явления [13] – свръхфлуидността [7] и БАК [14].

Още в първата половина на 20-ти век е било ясно, че свръхпроводимостта е явление сходно на БАК. Да напомним, че за разлика от обичайната кондензация, характерното и забележителното при БАК е, че това е фазов преход, при който под определена температура (T_0) се появява нова фаза, наричана *Бозе-Айнщайнов кондензат* (за този термин също ще ползваме съкращението БАК). БАК се състои, образно казано, от макроскопичен брой частици (N_0) с нулев импулс ($p = |\mathbf{p}| = 0$) и енергия [$\mathcal{E}(\mathbf{p}) = (p^2/2m) = 0$ за $p = 0$]. Съгласно принципа на забрана на Паули такова състояние може да се появи само в система от бозони. БАК не е просто макроскопичен кондензат от такива частици с нулев импулс, а има и други ясно установени свойства, дължащи се на факта, че частиците не си взаимодействат, т.е. системата се състои от свободни

(невзаимодействащи) помежду си бозони (идеален Бозе газ; ИБГ). Само в тази система може да се появи БАК в оригиналния му вид, т.е. във вида, предсказан от А. Айнщайн през 1924 г. с помощта на току-що развитата квантова статистика на С. Н. Бозе (вж. например [14 - 16]). В този кондензат се запазва едночастичният квадратичен спектър $\varepsilon(\mathbf{p}) = (p^2/2m)$, характерен за свободни бозони и никакви нови квазичастични образувания не се появяват.

Оригиналният БАК не е следствие на никакви взаимодействия между частиците, защото такива в ИБГ няма, а е макроскопско явление, изцяло дължащо се на квантовите корелации от бозонен тип. Тези корелации се засилват с намаляването на температурата и това може да се види от характерната им дължина – термалната дължина на вълната λ на бозоните, която при квадратична зависимост на енергията $\varepsilon(\mathbf{p})$ на частиците от импулса $\mathbf{p}$ се дава с израза $\lambda = (2\pi\hbar^2/mk_B T)^{1/2}$. Именно те, квантовите корелации от този тип, позволяват появата на БАК при крайни температури и този фазов преход отново става при някаква, обикновено ниска, температура на преход $T_0 \sim \rho^{2/D}$, зависеща от плътността $\rho = (N/V)$ на ИБГ и размерността на пространството $D > 2$ [4, 7, 10, 14 - 16] (за БАК при постоянно налягане P , виж [16]). При всяка температура под “критичната” температура T_0 се явява кондензната фракция на ИБГ с плътност $\rho_0 = (N_0/N) \sim |\langle \psi(p=0) \rangle|^2 > 0$, където $\psi_0 = \langle \psi(p=0) \rangle$ е “статистически усреднена вълнова функция” на кондензатните частици [17]. Това много напомня също на рязката (при определена температура) поява на макроскопичен брой свръхпроводящи електрони в критичната точка T_c на свръхпроводника. Всеки може да се изкуши, при това с известно основание, да оприличи свръхпроводящата електронна фракция с БАК на Куперови двойки електрони.

След като БАК следва от основите на квантовата физика и след като сме наясно от ред директни и косвени експериментални и теоретични съображения, че свръхпроводящата фракция от свободни електрони в метала има поведение на ансамбъл от бозони – споменатите вече Куперови двойки с нулев спин (и импулс $\mathbf{p} = 0$, при условие че външното магнитно поле е равно на нула, $\mathbf{H} = 0$), то е близо до ума да се опитаме да направим връзка между тези явления и при възможност да обясним по-неясното явление – свръхпроводимостта, с помощта на по-изясненото – БАК. Наистина, БАК се описва точно, без приближения и особени затруднения, като директно се използва моделът на ИБГ [9, 10, 14 - 16]. Приблизително такава е била ситуацията през тридесетте години на миналия век и именно наличието на добре изяснената теоретически БАК се е оказало водещ мотив в тогава възникналите теории на свръхпроводимостта на Гортер и Казимир [11], на Ф. Лондон и Х. Лондон [12].

ИБГ не съществува реално в природата поне при естествени условия и доскоро нито един физик не смееше да си представи, че такава физическа система може да се възпроизведе при лабораторни условия. От 1995 г. обаче се смята, че ИБГ и съответно БАК са лабораторно възпроизводими и ние обсъждахме този въпрос [14] по повод на друга Нобелова награда, присъдена през 2001 г. Експерименталното търсене и установяване на БАК се оказа много трудно и успехът в това направление е възможен само при създаване на изкуствени и твърде специални лабораторни условия, станали възможни за реализиране едва през 1995 г. – 70 год. след теоретичното предсказание на Бозе (1924 г.) и Айнщайн (1924 - 1925). Въпреки това обаче още от двадесетте години на миналия век физиците смятат с основание, че това явление, което е пряко следствие на квантовата статистическа физика, няма как да не бъде предпоставено в общата схема на описание на физическия свят и в частност, поради ред прилики, в схемата на

обяснение на реално съществуващите в природата явления на свръхпроводимост и свръхфлуидност.

За свръхфлуидността. Това явление на безвизкозно флуидно течение беше открито през 1937-38 г. в течния ^4He почти едновременно от П. Л. Капица [18] и J. F. Allen, H. Jones [19]. При около 2,17 K в тъй-наречената “ламбда точка” (T_λ) течният ^4He преминава от състояние на “нормална” течност (“He I”) в свръхфлуидно състояние (He II), за което са характерни безвизкозното протичане по капилари и екзотичен механокалоричен ефект. Читателят би могъл да се запознае с тези ефекти чрез наличната богата литература (виж напр. [7, 18, 19]). Със свръхфлуидните течности се правят удивителни експерименти, а свръхфлуидността и до днес се смята за едно от най-странните и учудващи неща, които познаваме [7].

Веднага след експерименталното откриване на свръхфлуидността, Л. Тиса [20] предлага двутечностен модел (свръхфлуидна и нормална компоненти), който наподобява този на Гортер и Казимир [11] за свръхпроводимостта и съществено се обляга на представата за БАК. В проблема скоро се намесва Ландау [21], посочвайки че тази идея би могла да се окаже ползотворна, ако разглеждането на силно взаимодействащите бозони (атоми на ^4He) като индивидуални обекти в режим на силни квантовомеханични корелации и сравнително силно муждучастично взаимодействие се замени, особено при $T \ll T_\lambda$, с по-последователното разглеждане на течността като единен квантовомеханичен обект. Следвайки тази идея и неподражаемия си феноменологичен подход, Ландау [21] обосновава формата на енергетичния спектър $\varepsilon(\mathbf{p})$ на възбудените състояния на квантовата Бозе-течност, който би трябвало да съответства на свръхфлуидните и термодинамичните свойства, установени дотогава (1941 г.) в He-II. Съгласно изведения от Ландау критерий за свръхфлуидност, $[d\varepsilon(\mathbf{p})/dp] > 0$ за $p = 0$ и $\varepsilon(\mathbf{p}) > 0$ за всяко $p > 0$, се оказва, че два типа възбудени състояния (квазичастици) може да съществуват при $T \sim 0$. Едните възбуждания отговарят на сравнително малки импулси и са от *фононен* тип [$\varepsilon(\mathbf{p}) = up$, u – скорост на звука в He-II], а другите съответстват на сравнително по-големи импулси и са от *ротонен* тип. Енергетичният спектър на *ротоните* – квазичастици, свързани с възможните вихрови потоци в течността, се дава с $\varepsilon(\mathbf{p}) = [\Delta + (p - p_0)^2/2m^*]$, където енергията $\varepsilon(\mathbf{p}_0) = \Delta$ и ефективната маса m^* са специфични параметри на дадената субстанция (виж [4, 21]).

Без да се спираме на други особено съществени аспекти на цялостната теория на Ландау за Бозе-течностите [4, 21], ще отбележим най-важното за настоящата ни дискусия. Квадратичният спектър $\varepsilon(\mathbf{p}) = (p^2/2m)$, характерен за невзаимодействащите бозони, не отговаря на критерия на Ландау за свръхфлуидност, от което следва, че ИБГ не може да бъде свръхфлуиден. Свръхфлуидна би могла да бъде само система от взаимодействащи си бозони. За щастие в природата многочастичните системи от бозони са с взаимодействие и свойствата им се описват с общия модел на неидеалния Бозе-газ (НБГ) [4, 10, 15, 16]. През 1947 г. Н. Н. Боголюбов, в своето общоизвестно изследване на НБГ [22], показва строго теоретически, че дори много слабо взаимодействие (от доста общ вид) между бозоните е достатъчно, за да се изведе фононният спектър, предпоставен от Ландау. По този начин той доказа, че свръхфлуидността следва да е доста общо свойство на многочастичните системи от взаимодействащи си бозони (виж [4, 22]). По ред важни причини, които няма как да обсъждаме тук, тази работа на Боголюбов оказва и продължава да оказва огромно влияние в развитието на теорията на кондензирани среди.

За теорията на свръхпроводимостта по ГЛ. Докато през 40-те години на 20-ти век Н. Н. Боголюбов е успял да даде определена начална насока на микроскопския подход в описанието на свръхфлуидността, която по-нататък е получила развитие в изследванията на Р. Файнман [23] и други изследователи, то чак до 1957 г. микроскопската картина на по-отдавна известното явление – свръхпроводимостта, остава напълно неясна. В тези условия през 1950 г. се е появила работата [1] на ГЛ. Важно е да отбележим, че тогава е било ясно от работите на братя Ф. и Х. Лондон [12], Л. Тиса [20], Ландау [21] и Боголюбов [22], че на макроскопско ниво явленията БАК, свръхфлуидност и свръхпроводимост биха могли да се опишат с помощта на подходяща за целта вълнова функция ψ , отнасяща се за тялото като цяло. Тази идея се следва в Лондоновата теория, която споменахме. Братята Ф. и Х. Лондон [12] обаче прилагат идеята в твърде опростен вид³, като предполагат, че вълнова функция на свръхпроводящите електрони не се изменя в обема V на свръхпроводника, т.е. не зависи от пространствения вектор $\mathbf{r} \in V$. Същото се приема и в теорията на Гортер и Казимир [11]. ГЛ възприемат по-общ подход, а именно, че съответната вълнова функция ψ , описваща плътността на свръхпроводящите електрони $\rho_s = |\psi|^2$, зависи от $\mathbf{r}$ и че тази зависимост се определя от външното магнитно поле, което прониква поне в малък повърхнинен слой на свръхпроводника (“скин” ефект). “Скин” ефектът на проникване на магнитното поле е бил известен и се описва от Лондоновата теория [12]. Но преди ГЛ не е било отчетено, че вълновата функция на свръхпроводящите електрони би следвало да се влияе от този ефект, а също, в по-общ смисъл, да зависи от външното магнитно поле $\mathbf{H}$ или по-точно – от магнитната индукция $\mathbf{B}$.

В свободната енергия на свръхпроводника следва да се отчита понижаването на енергията поради появата на свръхпроводящи електрони под критичната точка, магнитната енергия и взаимното влияние между свръхпроводящото подреждане и магнитното поле. Това може да стане в рамките на общата теория на фазовите преходи по Ландау чрез правилното интерпретиране на свръхпроводящия параметър на подреждане и връзката му с векторния потенциал $\mathbf{A}(\mathbf{r})$ на магнитната индукция $\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \text{rot}\mathbf{A}(\mathbf{r})$. Да напомним, че потенциалът $\mathbf{A}(\mathbf{r})$ удовлетворява Кулоновата калибровка $\text{div}\mathbf{A}(\mathbf{r}) = 0$, а също, че при постоянна ($\mathbf{r}$ - независима) индукция $\mathbf{B} = (0, 0, B)$, Кулоновата калибровка се свежда до Ландаува калибровка, например във вида $\mathbf{A} = (0, Bx, 0)$, използвана от Абрикосов [2]. Другата важна величина е параметърът на подреждане в свръхпроводника $\psi(\mathbf{r})$, който описва различието между нормалната и свръхпроводящата фази. В теорията на ГЛ това е “ефективната вълнова функция на свръхпроводящите електрони” [1]. Под това понятие ГЛ разбират вълнова функция, отнасяща се за съвкупността на свръхпроводящи електрони, разглеждана като едно цяло и нормирана така, че да задава плътността на тези електрони по правилото $\rho_s = |\psi|^2$. ГЛ използват основни квантовомеханични съотношения, като например тези за операторите на импулса ($\mathbf{p} \Leftrightarrow -i\hbar\nabla$) и скоростта [$-i\hbar\nabla - (e/c)\mathbf{A}$]/ m на електроните в магнитно поле, което им дава основание да въведат следния термодинамичен потенциал (свободна енергия) на свръхпроводника

$$F = F_n + \int dV \left\{ a |\psi|^2 + \frac{b}{2} |\psi|^4 + \frac{\hbar^2}{2m^*} \left| \left(\nabla - \frac{ie^*}{\hbar c} \mathbf{A} \right) \psi \right|^2 + \frac{B^2}{8\pi} \right\}. \quad (1)$$

В равенството (1), $B = |\mathbf{B}|$, $\psi \equiv \psi(\mathbf{r})$ е комплексна функция, $a = a_0(T - T_c)$ с $a_0 > 0$ и $b > 0$ са обичайните параметри на Ландау, а $F_n(T)$ е свободната енергия на нормалното

състояние ($\psi = 0$); $\vec{A} = \mathbf{A}$. Гинзбург и Ландау пишат [1], че m^* в (1) е *някакъв коефициент* (“некоторый коэффициент”, което се интерпретира от всеки разумен физик като “ефективна маса” на електроните, подлежаща на определяне). Също така те пишат [1] (доста любопитно!) следното за електричния заряд в (1): “ e^* - который нет оснований считать отличным от заряда электрона” (в [1] означенията са “ m ” и “ e ”, за разлика от равенството (1), където ние ползваме m^* и e^*). След появата на микроскопската теория на БКШ става ясно, че тези величини се отнасят за Куперовите двойки електрони, а не за електроните поотделно, като $m^* = 2m$, където m е ефективната маса на електрона в свръхпроводника и $e^* = 2e$, където e ($\equiv |e|$) е зарядът на електрона във вакуум.

За приложенията на подхода на ГЛ. Свободната енергия (1) – функционал на полетата $\psi(\mathbf{r})$ и $\mathbf{A}(\mathbf{r})$, описва практически всички термодинамични свойства на свръхпроводниците и е най-използваната от 1950 г. до днес теория на свръхпроводимостта. Същата свободна енергия се извежда от теорията на БКШ, но се явява в много отношения по-обща от последната [24]. Например свободната енергия (1) на ГЛ се прилага успешно дори към откритите през 1986 г. високотемпературни свръхпроводници [25, 26], за които е ясно, че едва ли може да бъдат третирани с микроскопската теория на БКШ. Същото се отнася и до откритите след 1979 г. неконвенционални свръхпроводници [26], за които ще стане въпрос по-долу, както и за прилагането на този теоретичен подход към *фазовия преход нематик-сметик* A в течни кристали [27]. Теорията на ГЛ, разбира се в модифициран вид, се прилага и в астрофизиката (неутронни звезди [7]) и към ефектите на Куперово сдвояване на нуклони и деформируемост в атомното ядро [7, 28] (няколкото десетки нуклона в тежките ядра са “граничен” (marginal) брой частици за прилагане на континуална граница [13], но някои общи изводи може да се правят въз основа на настоящия статистически подход).

Поради това, че теорията (1) описва за първи път в много ясен вид и едновременно спонтанното нарушение и на глобална и на локална калибровъчни симетрии, $U(1)$, тя се явява първата, най-стара и значима калибровъчна теория от “Абелево-Хигсов вид” – първообраз на съответните по-късни постижения в изучаването на спонтанното нарушение на симетрията в стандартния модел (СМ) на електромагнитните, слаби и силни взаимодействия в теорията на елементарните частици и при съответни фазови преходи, описващи ранната Вселена (виж например, [29]). Тук важно обстоятелство се явява и фактът, че спонтанното нарушение на симетрията по скаларното поле ψ , т.е. появата на ненулев равновесен параметър на подреждане под точката на фазовия преход в свръхпроводящо състояние, е свързано с едновременната поява на допълнителен член, квадратичен по векторното поле $\mathbf{A}(\mathbf{r})$, който нарушава локалната калибровъчна инвариантност на потенциала на ГЛ, а полето $\mathbf{A}(\mathbf{r})$ се сдобива със собствена енергия (“маса”) при $\mathbf{p} = 0$ (механизъм на Хигс; Higgs mechanism [29]). Отчитането на този ефект в определено разумно приближение [29] води до едно успешно описание на фазови преходи от първи род в рамките на СМ на елементарните частици и в космологията (ранната Вселена).

Едва ли ще преувеличим, ако отбележим, че теорията (1) днес е много по-актуална, отколкото преди 50 год., което е уникален факт за теория, която не се отнася до “първите принципи” на физиката.

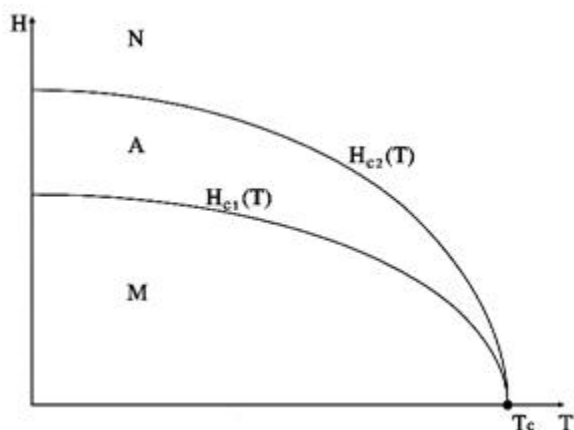
Фази в свръхпроводници. Именно споменатите свойства на калибровъчна инвариантност и възможността за описание на съответното спонтанно нарушение на симетрията дава възможност да се даде едно адекватно описание на свръхпроводящите фази в свръхпроводника. Последните равновесни фази, т.е. равновесните конфигурации на полетата $\psi(\mathbf{r})$ и $\mathbf{A}(\mathbf{r})$, може да се намерят като решения на уравненията на ГЛ, които са много популярни, в множество монографии (виж например еталонния учебник за теоретична физика [4]) и ние тук няма да ги преписваме. Ще отбележим само, че читателят може да ги получи от (1), след като намери функционалните производни на F по $\psi(\mathbf{r})$ и $\mathbf{A}(\mathbf{r})$ и ги приравни на нула (условие за равновесие на възможните фази), като преди това избере разумни физически условия на повърхността на свръхпроводника [1, 4].

Поради наличието на две полета още от (1) става ясно на по-опитния читател, че възможните подредени фази са от три вида:

1. **нормална фаза** ($\psi = 0$);
2. **Майснерова фаза** (хомогенна свръхпроводимост) ($\psi \neq 0$, $\mathbf{A} = 0$);
3. **фаза на Абрикосов** [$\psi(\mathbf{r}) \neq 0$, $\mathbf{A}(\mathbf{r}) \neq 0$].

Други фази в свръхпроводници, свързани с влияние на безпорядък или вторични моди на подреждане, като например антиферо- и феромагнитни подреждания, както и свръхпроводящи фази в неконвенционални свръхпроводници с по-сложна симетрия, също може да се описват в подхода на ГЛ, като към потенциала (1) се добавят нови членове.

Фаза на Абрикосов. Докато фазите 1 и 2 в рамките на теорията на ГЛ са описани отлично още в [1], то фазата 3 е открита от Абрикосов чрез един особено талантлив анализ [2] на енергията (2). Тя се явява в широк диапазон на изменения на T и $H = |\mathbf{H}|$ в свръхпроводниците от втори род – най-разпространените и важни за приложенията свръхпроводници. На Фиг. 2(б) е показана фазовата диаграма на свръхпроводник от втори род с фаза на Абрикосов, означена с A за разлика от обичайната Майснерова фаза (M) и нормалната фаза N . От Фиг. 2 (б) се вижда, че фазата A се явява при външни магнитни полета $H_{c1}(T) < H < H_{c2}(T)$, където “първото” (H_{c1}) и “второто” (H_{c2}) критични полета се определят чрез специфичните параметри на свръхпроводника (a и b) и фундаменталните константи, участващи в (1).



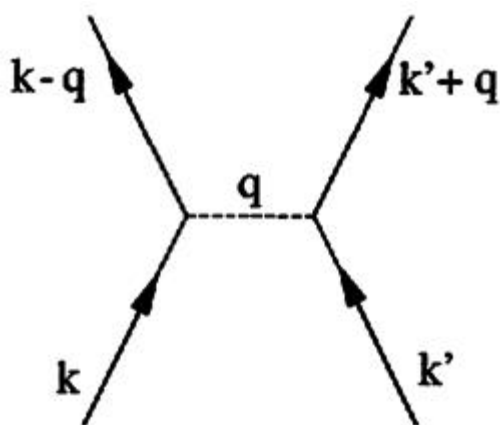
Фиг. 2а

За разлика от хомогенната Майснерова фаза, която се описва с параметър на подреждане ψ , който не зависи от $\mathbf{r}$, във фазата на Абрикосов същият параметър на подреждане $\psi(\mathbf{r})$ е периодична функция на $\mathbf{r}$. Същото се отнася и до полето $A(\mathbf{r})$ и свързаната с него магнитна индукция $B(\mathbf{r})$. Причината е, че за разлика от обичайната (хомогенна) свръхпроводимост, при която имаме пълен ефект на Майснер, тук външното магнитно поле “частично” прониква в свръхпроводника по следния начин. Нека външното магнитно поле е насочено по оста z . Във фазата на Абрикосов то прониква чрез тънки нишки (струни), състоящи се от нормална фаза, която провежда магнитен поток. Гъстотата на тези струнообразни нормални области в свръхпроводника се увеличава с усилване на H от H_{c1} до H_{c2} , като при $H = H_{c2}$, гъстотата им и тяхната дебелина са толкова големи, че те се припокриват, изпълвайки целия образец с нормална фаза. При $H = H_{c1}$, възниква първата нормална нишка (струна) в обема на свръхпроводника, а при увеличаване на H малко над H_{c1} се появяват все повече нормални струни. През всяка от тези “нормални” нишки (или струни) преминава един квант магнитен поток ($\Phi_0 = \hbar c/2e$).

Така описаните струни, носещи квант магнитен поток, образуват регулярна решетка, така че във всяко сечение на свръхпроводящия образец, успоредно на плоскостта (x, y) , те изглеждат като точки или кръгчета, които са разположени във възлите на решетката. Абрикосов предсказва [2], че решетката е квадратна, но по-късно, след експерименти по неутронно разсейване, довели до откриването на решетката, и чрез последващите по-детайлни изчисления, свързани с интерпретацията на експерименталните данни, се разбира, че решетката е триъгълна [7, 8]. Докато възлите на тази двумерна регулярна решетка описват местата, където магнитното поле не е нула, то в междувъзловото пространство се намира свръхпроводящата фаза ($c|\psi(\mathbf{r})| > 0$). Всяка нормална струна е обкръжена от кръгови (“вихрови”) свръхпроводящи токове, които екранират външното магнитно поле. Вихровите токове протичат в свръхпроводящата фаза, в която двумерната решетка от нормални струни е “потопена”, и лежат в плоскостите, паралелни на (x, y) .

Вихровите токове в смесената фаза са същите, които създават идеалния диамагнетизъм на хомогенната свръхпроводяща фаза, но тук тези токове имат по-сложно (периодично) пространствено разпределение, като екранират не само магнитното поле на повърхността на образеца, а и магнитното поле на нормалните струни. Появата в смесената фаза на много повече повърхности на раздел на свръхпроводяща и нормална фаза, спрямо случая на Майснерова фаза, където повърхността на раздел е само повърхността на свръхпроводника, се дължи на отрицателната повърхнинна енергия на повърхността “нормален метал-свръхпроводник” в свръхпроводниците от втори род. Това обстоятелство води до енергетична изгода от появата на състояние с по-голям брой такива повърхности – смесеното състояние или вихрова решетка на Абрикосов (за повече подробности виж [4, 7, 8]).

Куперово сдвояване на фермиони. През 1957 г. се появи микроскопската теория на БКШ [30], която обяснява свръхпроводимостта чрез електрон-електронно взаимодействие с обмен на (виртуален) фонон [4, 7, 8, 30] (виж Фиг. 3, където е показано разсейване на два електрона с начални импулси $\mathbf{k}$, $\mathbf{k}'$ и крайни импулси $\mathbf{k} - \mathbf{q}$, $\mathbf{k}' + \mathbf{q}$, където $\mathbf{q}$ е импулсът на фонона). Това взаимодействие води до ефективно привличане между електроните с импулси близки по големина до импулса на Ферми ($\mathbf{p}_F$). Защо става така? В основата на теорията е “теоремата” на L. N. Коопер [31] за неустойчивостта на основното състояние на електронен газ с произволно слабо междучастично взаимодействие на привличане спрямо образуването на свързани състояния, т.е. електронни двойки. В повечето свръхпроводници привличането между електроните, което е по-силно от екранираното от кристалната решетка Кулоново отблъскване, се дължи, както вече отбелязахме, на електрон-фононното взаимодействие. “Сдвояването” на два електрона по този механизъм в Куперова двойка е доста символично в координатното пространство $\mathbf{r}$, където “сдвоените” електрони са на разстояние един от друг стотици и хиляди, дори в някои случаи до десетки хиляди константи на кристалната решетка.



Фиг. 3

При 0 К основното състояние на системата е силно корелирано, като в пространството на импулсите електроните в тънка област около повърхността на Ферми са два по два с противоположни импулси и спинове. Тези бозони със спин нула се намират в своеобразен БАК, различен от оригиналния БАК на невзаимодействащи бозони и притежават свойството свръхпроводимост, защото енергетичният им спектър при ниски температури удовлетворява условията на Ландау за свръхфлуидност. Кондензатът от свръхпроводящи електронни двойки по-скоро наподобява свръхфлуидната компонента на ^4He , отколкото идеалния БАК. Броят на свръхпроводящите двойки електрони монотонно клони към нула при повишаване на температурата T до T_c . В класическо приближение вълновата функция на този свръхпроводящ кондензат от Куперови двойки е точно параметърът на подреждане $\psi(\mathbf{r})$ в теорията на ГЛ.

Ефективното взаимодействие на привличане, водещо до образуването на Куперови двойки в електронната течност на повечето свръхпроводящи метали, е почти изотропно, от което следва, че Куперовите двойки са в състояния с нулев орбитален ъглов момент (*s-вълново сдвояване*; *s-wave pairing*). Както ще видим, ситуацията е доста по-различна в свръхфлуидните фази на ^3He .

Неконвенционална свръхфлуидност. Скоро след създаването на теорията на БКШ, в едно свое изследване [32] на теорията на Ферми-течности на Ландау, Л. П. Питаевский посочва възможността за “Куперово-подобно” сдвояване на атоми със спин $S = \frac{1}{2}$ при ултраниски температури, като посочва като възможен пример атомите в течния ^3He [33]. През 1972 г. това явление беше открито [34]. Но да се върнем десетина години назад и да посочим изследванията от началото на шестдесетте години на миналия век. В периода 1960 - 1963 г. теоретичните изследвания се развиват бързо до установяване на свойствата и фазовите диаграми на свръхфлуидни Ферми-течности с Куперови двойки с ненулеви орбитален и собствен ъглови моменти ($L > 0$, $S > 0$). Тогава именно се появяват теоретичните предсказания за възможните свръхфлуидни фази, които ще обсъдим.

Освен “*s*-сдвояването” с нулев орбитален и собствен момент, както е в конвенционалната теория на БКШ [30, 31], енергетически изгодно може да се окаже и Куперово сдвояване с ненулев орбитален ъглов момент (L) и спин (S), например: $L = S = 1$ (*p-вълново сдвояване*). Да разгледаме важния случай на тази спин-триплетна конфигурация на Куперовата двойка. За разлика от симетричната вълнова функция в обичайния случай на БКШ, тук Куперовата двойка има вътрешна структура и е “вътрешноанизотропна”. За да се види това, ще запишем вълновата функция $\psi(\mathbf{p})$ на такава Куперова двойка, която се явява суперпозиция на три спинови състояния, т.е. има вида

$$\psi(\mathbf{p}) = \psi_1(\mathbf{p}) |\uparrow\rangle + \psi_0(\mathbf{p})(|\downarrow\rangle + |\uparrow\rangle) + \psi_{1\downarrow}(\mathbf{p}) |\downarrow\downarrow\rangle, \quad (2)$$

където всяко от тези състояния има амплитудна $\psi(\mathbf{p})$ -функция, зависеща от относителния импулс ($\mathbf{p}$) на атомите в двойката. За сравнение да напомним случая на конвенционално сдвояване по БКШ ($L = S = 0$), където имаме само конфигурацията $|\downarrow\rangle$ (и еквивалентната $|\uparrow\rangle$) с амплитуда $\psi(\mathbf{p})$ – Фурие-образът на параметъра на подреждане $\psi(\mathbf{r})$ на ГЛ.

Съществено новите свръхфлуидни състояния, които възникват вследствие на вълновата функция от “*p*-тип” се наричат А-, В- и А₁- фази. Тези фази бяха експериментално открити чрез термодинамични експерименти и експерименти по ЯМР в течен ³He при температури под 3 mK [33]. Фазата ³He-А се състои само от конфигурациите $|\uparrow\rangle$ и $|\downarrow\downarrow\rangle$ (тази фаза често се нарича “фаза на Anderson-Brickmann-Morel”; ABM), докато фазата ³He-В се цитира като “фаза на Balian-Werthamer” (BW phase). Тези две фази са устойчиви в различни, но съседни области на (*P*, *T*)-фазовата диаграма на ³He при нулево външно магнитно поле. Във външно магнитно поле се явява (като термодинамически устойчива) и фазата ³He-А₁, която съответства на синглетното спиново състояние $|\uparrow\downarrow\rangle$ със спинови проекции на атомите в двойката по посока ($\uparrow$) на външното поле. Фазите ³He-А и ³He-В също се оказват устойчиви при наличие на външно магнитно поле, но в този случай се явяват в малко модифициран вид (често се цитират като фази А₂ и В₂) (за повече информация по тези въпроси, виж например [26, 35 - 37]).

Да отбележим, че на феноменологично ниво спин-триплетната свръхпроводимост може да се описва в рамките на феноменологичната теория по ГЛ, ако се предположи, че параметърът на подреждане не е комплексен скалар, както в (1), а е три-компонентен комплексен вектор [26, 35, 36]. Както конвенционалните свръхфлуидност и свръхпроводимост имат единно описание чрез параметър на подреждане, който е комплексно скаларно поле, така и неконвенционалната свръхфлуидност (в ³He) и неконвенционалната свръхпроводимост (в тежко-фермионните свръхпроводници и както напоследък все повече приема – в някои класове високотемпературни свръхпроводници [26, 36]) имат единно описание в рамките на теории по ГЛ с векторен параметър на подреждане.

Какво е направил А. Легет в тази област? Най-важното е, че той, анализирайки термодинамичните и ЯМР експерименти на Ошероф, Ричардсон и Ли [34] с течен ³He, успява твърде скоро да докаже, че техните резултати свидетелстват за появата именно на свръхфлуидните фази А и В. Следва да се отбележи, че тогава, през 1972 г., много от известните физици се опитваха да направят същото, включително Гинзбург и Абрикосов, но успя пръв именно Легет. Откритието на Легет, а именно, че от споменатите експерименти нееднозначно следва неконвенционална свръхфлуидност на ³He, а също тя може да се свърже с доста хипотетичните за началото на 60-те години на 20-ти век теоретични предсказания за възможни свръхфлуидни фази А и В в аномални Ферми течности (въпрос, който накратко описахме по-горе), е направено по блестящ и недвусмислен начин. Както се вижда в изминалите оттогава повече от 30 год., този принос на Легет има огромно значение за развитието на физиката на ниските температури, а и за доста други области на теоретичната и експериментална физика (виж по-горе раздела “За приложенията на подхода на ГЛ”).

Поради наличието на спин (*S* = 1) на анизотропната Куперова двойка и поради генерираното от нулевите трептения (квантови флуктуации) дипол-диполно взаимодействие, свръхфлуидният ³He се характеризира с нетривиална спинова динамика, което важно обстоятелство е забелязано първо от Легет при анализа му на експерименталните измервания [34]. Именно дипол-диполното взаимодействие генерира в ³He антиферромагнитни флуктуации, които играят решаваща роля при Куперовото сдвояване на хелиевите атоми. Докато в обичайните свръхпроводници обменната (квази)частица при образуването на двойки електрони е фононът, то тук хелиевите атоми образуват двойка чрез (виртуален) обмен на антиферромагнитна

флуктуация (“парамагнетон”). Това взаимодействие на антиферромагнитните флуктуации с ядрените спинове на ^3He е анизотропно и тази анизотропия на взаимодействието води до анизотропия на резултантната Куперова двойка от хелиеви атоми. Смята се също, че аналогично анизотропно взаимодействие на антиферромагнитни флуктуации с електронните спинове в някои (неконвенционални) свръхпроводници е причината за неконвенционалната свръхпроводимост в тях [26, 35].

За да обясни аномалното честотно отместване, забелязано при експериментите по ЯМР [34], Легет въвежда по същество нова физическа представа, която се оказва вярна – представата за “спонтанно нарушение на спин-орбиталната симетрия” (spontaneous breaking of spin-orbit symmetry; SBSOS) [3], пряко свързана с обяснението на свойствата на свръхфлуидните фази на ^3He . Изследванията му го довеждат още през 1973 г. до извода на известните уравнения на Легет за спиновата динамика в ^3He , които се използват широко и от теоретици, и от експериментатори. Именно тези най-важни приноси на Легет по свръхфлуидност на ^3He се оказаха решаващи за награждаването му с Нобелова награда по физика.

Литература

1. В. Л. Гинзбург, Л. Д. Ландау, *ЖЭТФ*, **20** (1950) 1065-1082; “К теории сверхпроводимости”.
2. А. А. Абрикосов, *ЖЭТФ*, **32** (1957) 1442-1452; “О магнитных свойствах сверхпроводников второй группы”.
3. A. J. Leggett, *Rev. Mod. Phys.*, **47** (1975) 331; “A theoretical description of the new phases of liquid ^3He ”; A. J. Leggett, *Phys. Rev. Lett.*, **29** (1972) 1227; *ibid.*, **31** (1973) 352; *Ann. Phys. (N.Y.)*, **85** (1974) 11.
4. Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский, *Статистическая физика*, ч. 2 (Наука, М., 1978).
5. H. Kamerlingh Onnes, *Leiden Comm. Suppl.* **34** (1913).
6. W. Meissner, R. Ochsenfeld, *Naturwiss.* **21** (1933) 787.
7. Виж например, D. R. Tilley, J. Tilley, *Superfluidity and superconductivity* (Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1974); Руски превод: Д. Р. Тилли, Дж. Тилли, *Сверхтекучесть и сверхпроводимость* (Мир, Москва, 1977).
8. Виж например, Е. А. Лынтон, *Superconductivity* (London, Methuen&Co Ltd, New York, 1962); или коя да е монография по свръхпроводимост. За най-подробно изложение на теориите на ГЛ и Абрикосов, виж D. Saint-James, S. Sarma, E. J. Thomas, *Type II superconductivity* (Pergamon Press, New York, 1969); Руски превод: Д. Сан-Жам, Г. Сарма, Е. Томас, *Сверхпроводимость второго рода* (Мир, Москва, 1970).
9. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, *Статистическая физика*, ч. I, изд. 3-е, дополненное Е. М. Лифшицем и Л. П. Питаевским (Наука, Москва, 1976).

10. D. I. Uzunov, *Theory of critical phenomena* (World Scientific, 1993).
11. C. J. Gorter, H. B. G. Casimir, *Physica*, **1** (1934) 306; *Phys. Zs.* **35** (1934) 341; *Zs. Techn. Phys.*, **15** (1934) 539.
12. F. London, H. London, *Proc. Roy. Soc.*, **A119** (1935) 71; *Physica*, **2** (1935) 341.
13. Терминът “макроскопско квантово явление” е сборно понятие за означаване на общо поведение на макроскопичен брой частици, което е съществено повлияно от квантовите корелации (ефекти, псевдовзаимодействия) между частиците. Този въпрос беше подробно обсъден на популярен език в [14] (виж също [4] или друг учебник по квантова статистика). При реални многочастични системи, съществуващи при естествени природни условия, минималният брой от частици, необходим за да се приеме без съществени грешки в описанието, че системата е макроскопична (а не мезоскопична или микроскопична), не пада под 10^D или дори под $D \times 10^D$, където D е пространствената размерност на разглежданото тяло (образец, система).
14. Д. И. Узунов, *Светът на физиката*, том **XXV**, кн. 1 (2002) стр. 1-20.
15. K. Huang, *Statistical Mechanics* (Wiley, New York, 1987).
16. D. V. Shopova, D. I. Uzunov, *Phys. Rep. C* **379** (2003) 1-67.
17. В цялостното ни изложение предполагаме, че разглежданите физически системи са макроскопични, т.е. удовлетворяват условията за термодинамична граница ($N \rightarrow \infty$, $V \rightarrow \infty$) за броя на частиците N и обема V на системи с плътност $0 < \rho = (N/V) < \infty$. Следователно, ако плътността на кондензатните частици е крайна и различна от нула ($0 < \rho_0 < \infty$) – случай, който предполагаме в нашето обсъждане, то следва да приемем, че $N_0 \rightarrow \infty$ (В определен физически смисъл, това означава $N_0 \gg 1$ [10].)
18. П. Л. Капица, *ДАН СССР*, **18** (1938) 21; *Nature*, **141** (1938) 74.
19. J. F. Allen, H. Jones, *Nature*, **141** (1938) 243.
20. L. Tisza, *Nature*, **141** (1938) 913.
21. Л. Д. Ландау, *ЖЭТФ*, **1** (1941) 592.
22. Н. Н. Боголюбов, *Изв. АН СССР*, сер. физ., **11** (1947) 77.
23. Виж например, R. P. Feynman, *Statistical Mechanics* (W. A. Benjamin, Inc., Reading, 1972); Руски превод: Р. Фейнман, *Статистическая механика* (Мир, Москва, 1975).
24. Сравнени с микроскопските теории, феноменологичните теории са по-общи в приложенията си и често твърде по-общовалидни в основанията си. Но микроскопските теории са “по-обяснителни”, т.е. по-осветляващи са по отношение на “механизма” на съответното явление.
25. Н. М. Плакида, *Высокотемпературные сверхпроводники* (МПО, Москва, 1996).

26. D. I. Uzunov, in: *Advances in Theoretical Physics*, ed. E. R. Caianiello (World Scientific, 1991) p. 96-133.

27. T. C. Lubensky and J.-H. Chen, *Phys. Rev.* **B17** (1978) 366.

28. J. Jolie, P. Cejnar, R. F. Casten, S. Heinze, A. Linnemann and V. Werner, *Phys. Rev. Lett.*, **89** (2002) 182502-1.

29. S. Coleman, E. Weinberg, *Phys. Rev.* **D7** (1973) 1888; A. D. Linde, *Rep. Progr. Phys.* **42** (1979) 389; A. Vilenkin, E. P. S. Shellard, *Cosmic Strings and Other Topological Defects* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1994).

30. J. Bardeen, L. N. Cooper, J. R. Schrieffer, *Phys. Rev.* **108** (1957) 1175.

31. L. N. Cooper, *Phys. Rev.* **104** (1956) 1189.

32. Л. П. Питаевский, *ЖЭТФ*, **37** (1959) 1794.

33. Както става ясно по-късно [3, 34], става дума за ядрените спинове на хелиевите атоми и взаимодействие между тях, дължащо се на флуктуации (парамагнони) $\delta\mathbf{M}(\mathbf{r})$ на намагнитването $\mathbf{M}(\mathbf{r})$ в хелиевата течност.

34. D. D. Osheroff, R. C. Richardson, and D. M. Lee, *Phys. Rev. Lett.*, **28** (1972) 885.

35. D. Vollhardt and P. Woelfle, *The superfluid phases in Helium 3* (Taylor&Francis, London, 1990). Виж също: A. Abraham, M. Goldman, *Nuclear magnetism: order and disorder* (Clarendon Press, Oxford, 1982); Превод на руски: А. Абрагам, М. Гольдман, *Ядерный Тмагнетизм: порядок и беспорядок* (Мир, Москва, 1984)

36. V. P. Mineev and K. V. Samokhin, *Introduction to unconventional superconductivity* (Gordon&Breach, London, 1999).

37. П. Н. Брусов, В. Н. Попов, *Сверхтекучесть и коллективные свойства квантовых жидкостей* (Наука, Москва, 1988).

* Настоящият текст е вариант на доклад, представен на 16.10.2003 г. на Семинара на Института по физика на твърдото тяло при БАН по повод на Нобеловата награда за 2003 г.

** Ст.н.с. I ст., д.ф.н., Ръководител на лаборатория КЯКС на ИФТТ при БАН.

¹ Неговият принос за създаването на руската термоядрена бомба е съизмерим с тези на А. Сахаров, Я. Б. ТЗелдович и др. – *бел. ред.*

² В. Л. Гинзбург посети България за пръв път през 1965 г. – участва в Международната конференция по физика на космичните лъчи – *бел. ред.*

³ Това може да се каже само от днешна гледна точка.

ЩЕ ПРОМЕНИМ ЛИ ПРЕДСТАВАТА СИ ЗА МИНАЛОТО?

И. Д. Новиков *

В самия край на хилядолетието много се разисква върху най-дръзките мечтания на физиците, върху техните най-предизвикателни идеи. Най-известната между тях е, вероятно, възможността да се пътешества в миналото.

Какво, от гледна точка на науката, може да се каже за възможността да се лети в миналото?

Преди всичко трябва да се подчертае, че никой от нас не може да се подмлади чрез едно такова пътуване "на крилете на времето". Във всеки един, в който и да било смъртен и във всяка система, времето може да тече само в една посока – напред, само от младежка към старческа възраст. Както казва Алиса на Хъмпти Дъмпти в "Алиса в огледалния свят" на Луис Карол "човек не може да спре сам да расте". Всички знаем закона за увеличаващото се безредие, за нарастващата ентропия, който диктува стареенето на организма.

Все пак е възможно да си представим, че, използвайки специално проектирано съоръжение, човечеството може да се пхне в специфичен "тунел", в който да се движи в обратна на течението на времето посока в някакво външно пространство и така през другия край на тунела да попадне в миналото. Разбира се, участникът в едно такова пътешествие не ще се подмлади. Обаче, прокрадвайки се в миналото, той ще се окаже например във времето на своето юношество или дори в периода преди своето раждане!

Такова едно пътуване може да се оприличи на отклоняването на малко поточе от една голяма река, което по една успоредна на брега тръба се помпа в обратна на течението на реката посока, след което водата му се връща в речното течение.

Чистите теоретици, които са по-скоро математици, отколкото физици, отдавна се занимават с причудливи светове от фантастиката, в които пътешествие назад във времето е възможно. Такива светове се създават чрез решаване на системи уравнения от общата теория на относителността. Всички смятат, че очевидно такива решения нямат каквато и да е било връзка с реалността, макар че представляват голям интерес за изучаване на структурата на самата теория.

Всичко това изглежда твърде забавно. За теоретичите тези решения са една истинска математическа игра. Все пак, обаче, има нещо повече от игра.

Едва в последно време идеята започна да се разглежда сериозно. Но въпреки многото томовете по този въпрос, възможността (по принцип!) да се създаде машина на времето остава неизяснена.

Ако странстването във времето стане реалност (в някакво далечно бъдеще), неговото въздействие върху нашето общество би било толкова голямо, че ние сега не

сме в състояние да си го представим. Ето защо твърде интересно е да дискутираме дали и по какъв начин законите на физиката могат да се свържат с машина на времето.

Аргументът, който е особено популярен в такива разисквания, е така нареченият "парадокс на дядото". Накратко той звучи така: "Ако аз мога да се върна в миналото, когато дядо ми е бил много млад, аз бих могъл да го убия и по такъв начин да направя раждането си невъзможно." А ето и една друга версия на същия парадокс: "Аз се връщам в своето минало, срещам себе си като юноша и убивам този свой младежки вариант."

И в двата случая това неестествено убийство ни изправя пред пълна безсмислица. Бихме ли могли от тук да заключим, че такова събитие е невъзможно? И защо? Нали аз мога да правя каквото си пожелаю? Така че аз мога да проявявам – най-малко по принцип – тази моя "свободна воля".

Писателите на научна фантастика са успели вече да разиграят всички възможни варианти на този сценарий. Но нека се върнем към физиката.

Показва ли "парадоксът на дядото" или друг подобен, че пътуването назад във времето не е разрешено? Наистина изглежда логично, че ако се върнем назад във времето и елиминираме причината на явлението, което има място сега, то с това ние нарушаваме основния принцип в науката – принципът на причинността.

Но дали наистина е така? Аз се съмнявам и смятам, че по-горе представеният аргумент не е издържан. Какво може да каже физиката по повод възможните следствия от среща с някого (или дядото на някого) в миналото?

Очевидно един физик (поне ако е наш съвременник) не ще е в състояние да представи точна сметка за действията на едно човешко същество. Това е работа за психологията или социологията, но не и за физиката. Обаче един физик може точно да пресметне какво става с един обикновен физически обект, след като той е минал през една машина на времето. Такова пресмятане е било направено и то е показало как физиката може да борава с една такава необичайна ситуация, без да се сблъска с каквито и да било парадокси. Тук не ще навлизаме в детайли, а ще се ограничим само с няколко бележки.

Ако някой използва машината на времето, то това означава, че той, или тя, прави "лупинг във времето". Ще обърна внимание на читателите върху един съвсем нов фактор, който възниква в такъв един случай. Ако "лупингът във времето" наистина съществува, то събитията в този лупинг не могат да бъдат отнесени към бъдещето или миналото. За да поясним това наше становище, ще използваме следния пример. Представете си, че аз се движа по права линия в една дълга индийска нишка. В такъв случай мога безпогрешно да посоча кой е пред мен и кой – зад мен. Обаче ако всички се движим по окръжност, то бих могъл да кажа кой е пред мен и кой зад мен само за най-близките си съседи, но не и за цялата верига от хора. Обхождайки по окръжността все по-далечните и по-по-далечни, които са пред мен във върволицата, ще достигна до самия себе си. Ето защо движещите се в кръг не могат да бъдат разделени на "вървящи отзад" и "ходещи отпред".

Същото се отнася и за "лупинга във времето". Само за най-близките събития можем да установим кои се отнасят към бъдещето и кои – към миналото. Но такова разделяне не може да се приложи за целия лупинг във времето. Той не дава възможност ясно да се определи нито бъдещето, нито миналото и освен това събитията по цялата окръжност взаимно си влияят. Накратко, казано метафорично, ние сме под силно "двойко" влияние, така че събитията в една машина на времето са повлияни от течение на факти в миналото (обаче не и в бъдещето! – тъкмо това е същността на принципа на причинността), като събитията по протежение на лупинга удовлетворяват информацията, идваща както от миналото, така и от бъдещето.

Следователно в машината на времето днешните събития трябва да са съвместими (т.е. да бъдат дефинирани) не само с миналото, но също така и с бъдещето! Аз формулирах този принцип за самосъгласуване преди много години и сега той изглежда се приема от всички, които работят в областта на машината на времето. Напоследък съвместно с мои колеги успяхме да покажем, че принципът може да бъде изведен от фундаменталните закони на физиката.

Нека направим рекапитулация.

С помощта на машината на времето влиянието на бъдещето върху миналото започва да става нещо реално. Всички опити стават по начин, в който това влияние се взема под внимание. Обаче, щом като някакво събитие вече е извършено (то е било повлияно от миналите събития и от онези, които предстои да се случат), то е завършено, изчерпано и не може да бъде променено. "Това, което наистина е станало, не може да бъде неизвършено". Какъв е тогава случаят с убийството на дядовците? Може ли такова ненормално престъпление да бъде извършено с помощта на машината на времето? Категоричният отговор е НЕ. Американският физик Кип Торн обяснява това по следния начин:

"... нещо задържа ръката ви, ако вие я вдигнете, за да погубите баба си. Какво е то? Защо? Отговорът (ако такъв съществува) съвсем не е ясен, понеже той ограничава свободата на хората. Съвместимостта на свободната воля със законите на физиката е един много спорен въпрос дори в случай, че машината на времето е налице."

Колкото до ограничаването на "свободната воля" читателят трябва да си дава сметка, че и без машина на времето ВСЕКИ ЕДИН ФИЗИЧЕСКИ ЗАКОН поставя ограничения на "свободността". Да речем, че искам да ходя (без специални приспособления) по тавана на стаята: нали моята свободна воля ми разрешава. Това обаче е забранено – законът за всеобщото привличане ограничава моята свобода и се налага да се примиря с това.

Когато става дума за машината на времето ограниченията на "свободната воля" са, разбира се, нещо различно, но по принцип те не са нещо необикновено за съвременната физика.

Искам да завърша тази кратка дискусия за ограниченията, поставяни от "свободната воля", с една бележка на Айнщайн, която би могла да заинтересува онези читатели, които смятат, че напразно си губим времето с разисквания от този сорт. Шопенхауер един път отбелязал: "Човек може да прави каквото поиска, обаче той не може да желае

това, което му се иска" (Епилог на един диалог на Сократ в "Накъде върви физиката" от Макс Планк, 1933 г., стр. 210)

Превод от английски: **Никола Ст. Николов**

("Бюлетин на Европейското астрофизическо дружество" бр. 18, 1999 г.)

* Игор Новиков, Център по теоретична физика, Копенхаген.

ЕРВИН ШРЬОДИНГЕР: ЕДИН КОНСЕРВАТОР СРЕД РЕВОЛЮЦИОНЕРИТЕ

Нъшан Ахабабян

Съдържанието на науката може да се разбере и анализира и без да се задълбочаваме в индивидуалното развитие на неговите създатели.

Но при такова опростено изложение отделните стъпки могат да изглеждат като случайни успехи. Разбирането на това как са станали възможни и даже необходими тези стъпки, става възможно само ако се проследи умственото развитие на отделните учени, съдействали за проявяването на посоката на тези стъпки.

Алберт Айнщайн

Уравнението на Шрьодингер се споменава в гимназиалните учебници и то не само по физика. В конспекта по квантова механика в университетския курс този въпрос е един от “най-хубавите”. Нещата се усложняват, когато се стигне до решаването му за конкретния случай и стават неприятни за сложни системи. Ψ -функцията се интерпретира по общоприетия ортодоксален начин (“вероятностната интерпретация”), споменават се историческите дискусии по въпроса и се преминава нататък... Всички студенти кимват с глава и ако някой се опита да “философствува” на тази тема, той е гледан с подозрение, ако не с пренебрежение... А ако съдбата наложи да имаш работа с това уравнение, мъчиш се да получиш колкото се може по-бързо решението за разглеждания случай, след като то така добре върши работа, а “осмислянето” на възникващите въпроси – смяташ, че е било преодоляно в недалечното минало или го прехвърляш за близкото бъдеще...

Безспорно личността на Шрьодингер, както и неговият творчески принос – един от “носещите стълбове” на физиката на микросвета, а и на цялото съвременно световъзприемане, – е от най-ярките илюстрации на мисълта на Айнщайн, която поставихме като епиграф на настоящия разказ. Една от най-ярките, но далеч не единствената. Аналогичен е случаят с Луи дьо Бройл, който по друг повод се жалва: “Да грабнат рожбата ти от ръцете и да я отнесат през девет земи в десета, без много да се интересуват от воплите на родителите му...” И за утешение цитира древната мъдрост: “Изворът никога не е доволен от пътищата, които поема реката”! Така е, когато изворът е мощен, а реката – пълноводна и бързотечна...



Ервин Шрьодингер е роден на 12 август 1887 г. във Виена – *“много весел и жизнерадостен град, който по това време беше столица на древна дунавска монархия”*, както пише той в автобиографичната бележка, предназначена за Нобеловия комитет. Единствен син на материално обезпечено семейство: баща му, завършил химия, притежава фабрика за мушамы и линолеум; майка му е дъщеря на професор по химия във Висшето Виенско техническо училище. Първоначалното си образование Шрьодингер получава в домашна обстановка, а през 1898 г. постъпва в първокласната класическа гимназия, където преди него са учили Людвиг Болцман и Стефан Цвайг. С еднакви интерес и успех той изучава както природоматематическите предмети, така и латинския и гръцкия езици, произведенията на древните автори, съвременната литература и поезия. Той завършва гимназията като първенец на своя випуск и през 1906 г. постъпва във Виенския университет. Това е годината, когато великият Болцман слага край на живота си и катедрата му е заета от неговия ученик – 32-годишния Фридрих Хазенбюрг (р. 1874 г.), – блестящ преподавател и талантлив теоретик, с приноси в областта на термодинамиката, електродинамиката, оптиката на движещи се системи, теорията на относителността и квантовата теория. През 1904 г. Хазенбюрг извежда формулата за връзка между маса и енергия, която се различава от тази на Айнщайн с коефициент $3/4$ (Айнщайн, който формулира тази връзка една година по-късно, не познава работата на Хазенбюрг). През студентските години той има най-силно влияние върху изграждането на научната индивидуалност на Шрьодингер. Хазенбюрг загива през 1915 г. по време на Първата световна война. Не случайно в речта си при получаването на Нобеловата награда Шрьодингер ще каже: *“Вътрешното ми чувство подсказва, че ако той не беше загинал, неговото име днес щеше да звучи вместо моето”*. Друг учител на Шрьодингер е физикът-експериментатор Франц Екснер (1849 - 1926) – състудент и приятел на Рънтген, – с приноси в изучаването на атмосферното електричество, спектроскопията, електрохимията и теорията на цветовете. Екснер има и изразени интереси към методологическите въпроси в естествознанието, които усърдно обсъжда в лекциите си. Негови състуденти са Виктор Хес (Нобелов лауреат по физика за 1936 г. за откриването на космичните лъчи), Мариан Смолуховски, Вилхелм Колрауш. И когато през 1910 г. Шрьодингер завършва университета със степен “доктор по философия”, присъдена му за защитената дисертация на тема “Електропроводимост на повърхността на изолатор във влажен въздух”, изработена под ръководството на доц. Егон фон Швейдлер, той става асистент на Екснер в Института по физика към

Виенския университет и заедно със състудента си Колтрауш отговаря за физическия практикум на студентите.



6. Професор Fritz Hasenclauf (ca. 1905)

Младостта на Шрьодингер съвпада с “края на златния век на западната цивилизация”, както определя това Стефан Цвайг. Класическите идеали са обкръжени с ореол, мъдростта на възрастните е предпочитана пред динамичната енергия на младите. Новите идеи все още не са ферментирали и се приемат неохотно. В стария Виенски институт е жив духът на Болцман и витаят неговите идеи. И влиянието им върху Шрьодингер надхвърля далеч конкретните научни задачи, които той решава. Първите му публикации (1910 г. ÷ 1914 г.) са в областта на кинетичната теория на газовете, статистическата механика, теорията на еластичността и рентгеновата дифракция и са написани изящно и с висока математическа култура. За изследванията си на атмосферното електричество през 1913 г. Шрьодингер получава премията Хайтингер на Австрийската Академия на науките. Но още със започването на Първата световна война е мобилизиран и прекарва войната по различни фронтове като артилерийски офицер. Това е и периодът, когато той усилено изучава и разсъждава върху трудовете на Барух Спиноза, Рихард Авенариус, Артур Шопенхауер и Ернст Мах. Особено силно е влиянието на последните двама. Запознаването с произведенията на Артур Шопенхауер (1788 - 1860), много моден по онова време в Австрия, му действа като шок. Специално етично-моралната му система. В неговото основно съчинение “Светът като воля и представа” Шрьодингер открива много от своите размисли, изразени така блестящо от немския философ. “Нещата-в-себе-си”, субективните и обективните моменти, оформящи “представите за нещата”, “априорните форми на познание” – пространство и време, йерархията на идеи и пр., – изграждат основите на неговата епистемология. Вторият философски стълб в неговото световъзприемане са идеите на Ернст Мах (1838 - 1916). Роден във Виена и възпитаник на Виенския университет, физик с европейско признание и авторитет за своите изследвания и приноси в областта на механиката, акустиката и оптиката, след близо дваисетгодишна преподавателска и изследователска дейност в немския университет в Прага – по това време третият по големина и важност град в Австро-Унгарската империя, Мах от 1895 г. до 1901 г. е ръководител на специално създадената за него катедра “История и теория на индуктивните науки” във Виенския университет. Въз основа на философски съображения Мах не възприема атомистичния възглед, привърженик е на идеята за абсолютното пространство и време.

Големи са неговите усилия за изграждане на единна, кохерентна теория на познанието: “обектите като комплекс от елементи на усещането” ... и от там схващането, че качественото многообразие на възприеманите от нас явления (звук, светлина, топлина и т.н.) е обусловено от нашия психофизичен апарат на възприемане, т.е. носят субективен характер. Всичко това заляга в основата на ярко оформения монистичен светоглед на Шрьодингер и класически детерминизъм, недопускащ никаква двойственост, дуализъм или индетерминизъм. Заниманията, размислите и затъването му във философската проблематика – в най-широк аспект, от екзистенциалните въпроси за смисъла на живота, същността на съзнанието, връзката между материя и разум, смъртта, до морално-етични и ценностнооценъчни, отразени във водените през този период записки, запълващи няколко десетки тетрадки, – ще сложат мощен и решителен отпечатък върху цялата му творческа дейност и жизнено поведение и ще го държат в прегръдките си до края на живота му. Тези му занимания – до медитации под влияние на индийската философия – продължават и след демобилизацията от фронта. Разпадането на Австро-Унгарската империя и крахът на моралните ценности на стария свят мотивират тогавашното му решение да се посвети изцяло на философията.

Едва през 1920 г., след смъртта на баща си, сам той женен за Анне Мария Бертел и глава на семейство, за което трябва да се грижи, Шрьодингер решава да се завърне професионално към физиката. Това е времето на “академичните му странствания” в търсене както на препитание, така и на подходяща интелектуална и научна атмосфера. Той вече е изявен учен и предложенията, които получава, не са за пренебрегване. Един семестър като частен доцент по експериментална физика при Макс Вин в Йенския университет (1919 г.), след това още един семестър в университета в Щутгарт при проф. Ерих Регенер и проф. Ханс Райхенбах, а след това и кратко пребиваване като извънреден-професор в Техническия университет в Бреслау (Вроцлав). Научните му изследвания през този период са свързани с теорията на кристалната решетка, термодинамиката и математичната теория на цвета [1], която, залегнала в основата на съвременната колориметрия, е впечатляващият научен старт на Шрьодингер. През 1921 г. той е поканен да заеме катедрата по теоретична физика на Цюрихския университет, където преди него са работили Алберт Айнщайн и Макс фон Лауе, а по това време там са Петер Дебай, Паул Шерер и Херман Вайл [2]. Там ще остане до 1927 г. Това е и най-плодотворният период от творческата му дейност: звездните мигове, когато за няколко месеца – от зимата на 1925 г. до пролетта на 1926 г. – той ще създаде вълновата механика.

По това време Шрьодингер работи сам, без близки контакти с научните центрове в Копенхаген, Мюнхен или Гьотинген. Той няма афинитет към “прагматичните постижения” и оценява модела на електронните орбити на Бор-Зомерфелд като “неголям, но важен частен резултат”. Отношението му към “модерната физика” е, меко казано, скептично: *“В квантовата механика има нещо отблъскващо и тя е завоювала признание само благодарение на изключителните си успехи, които достига почти всеки ден във всички области на физиката”* (1919 г.). А по-късно – по време на триумфа на своята теория (1929 г.) – Шрьодингер ще сподели: *“... Към съвременната теория на атома аз се приближих много бавно. Нейните вътрешни противоречия звучаха в дисонанс с чистата, неумолимо ясна последователност на мислите на Болцман. Имаше периоди, когато бях готов направо да избягам от нея...”*.

Всъщност творческа активност, свързана с разработването на вълновата механика, Шрьодингер проявява след първото запознаване с идеята на Луи дьо Бройл за “вълновата природа на материята”, изложена систематично от него в докторската му дисертация през 1924 г. Казано най-общо, дьо Бройл обръща дуализма “вълна-частица” на Планк и Айнщайн в дуализъм “частица-вълна” – на всяка свободно движеща се

частица с импулс p може да се съпостави “вълна” с дължина λ , свързана със съотношението: $\lambda = h/p$. [3]. Известен е “вкусът” на Шрьодингер към оптикомеханичните аналогии и свързания с тях вариационен подход. Самият той има изследвания (от 1922 г.: “*За едно забележително свойство на квантовите траектории на електрона*”), които водят до изводи, близки до вълновите закономерности при описване на квантовите условия на Бор-Зомерфелд за електронните орбити на атомите, или демонстрират фундаменталното значение на вълновата концепция на Дьо Бройл за разбиране статистиката на Бозе-Айнщайн (от 1925 г.: “*Към Айнщайновата идея за газа*”). По онова време в Германия 24-годишният Вернер Хайзенберг вече е предложил своята “матрична механика” за описване на атомните процеси и заедно с Макс Борн и Паскуал Йордан разработва математичния формализъм на тази идея.

И когато през 1925 г. Дебай предлага на Шрьодингер да проучи и доложи на съвместния им семинар (по това време Дебай е ръководител на катедрата по физика на Техническия университет в Цюрих) работите на Дьо Бройл, Шрьодингер се заема със задачата и ... “на един дъх” [4], за няколко месеца, публикува пет работи, в които не само създава своята “вълнова механика”, но показва и еквивалентността ѝ с предложената от Хайзенберг-Борн-Йордан “матрична механика”! Първите четири от тях: “*Квантуването като задача за собствените стойности*” са номерирани I, II, III и IV и постъпват в редакцията на *Annalen der Physik* (т. 79) между 26 януари 1926 г. и 21 юни с.г. Това са близо 150 (сто и петдесет!) печатни страници с пълни математични доказателства, решени примери и изчерпателни коментари [5]. След време Макс Борн ще възкликне: “Едва ли съществува нещо по-възхитително в теоретичната физика от тези първи пет работи на Шрьодингер!”. Същата година Шрьодингер публикува в *Naturwissenschaften* и статията “Непрекъснат преход от микро- към макросвета” (която представлява неделима част от предишните пет статии), както и обобщаващата статия “*An undulatory theory of the mechanics of atoms and molecule*” (*Phys. Rev.*, 28, 1926). Още същата година тези публикации получават такова признание, че са издадени в сборник под заглавие “*Abhandlungen zur Wellenmechanik*” (Leipzig, 1926; второ издание - 1928 г.; през същата година сборникът е преведен на английски, а на френски се появява през 1933 г.). [6]

“Уравнението на Шрьодингер” – налага се да го представим с няколко реда, – нали за него става дума. С него Шрьодингер влиза и остава завинаги в съвременната физика. Въз основа на аналогията между класическа механика и геометрична оптика той разглежда атома като трептяща система, която извършва собствени трептения с устойчива енергия на системата. Оказва се, че законът за движение на материална точка с определена енергия в стационарно силово поле има същия вид както закона за разпространение на монохроматична светлинна вълна в среда с определен показател на пречупване. Той докарва проблема до задачата за решаване на диференциални уравнения и намиране на техните собствени стойности. Тогава еволюцията на една частица в пространството и времето се описва от т.нар. “нерелативистично вълново уравнение на Шрьодингер”, което написано в явен вид за електрон с електричен заряд e , обикалящ около ядрото по орбита с радиус r (“водородния атом”), се записва във вида:

$$\Delta \Psi + 8\pi^2 m/h^2 (E + e^2/r) \Psi = 0,$$

където Δ е операторът на Лаплас, m - масата, а E - енергията на частицата; h е константата на Планк. Това уравнение има решение само при определени, дискретни стойности на E . Цялата информация за състоянието на системата се съдържа в нововъведената “вълнова функция” Ψ . Още първите пресмятания на Шрьодингер дават прекрасно съвпадащи с опита (за енергичните нива на водородния атом) резултати:

енергетичните нива се появяват като собствени стойности на решенията на това уравнение.

Айнщайн възприема теорията на Шрьодингер “с ентузиазъм” и му пише: “... замисълът на Вашата работа свидетелства за истинска гениалност”. Планк също му пише: “Чета Вашите публикации със същото напрежение и любопитство, с които едно дете изслушва развръзката на загадка, над която се е блъскало дълго и мъчително, радвайки се на красотата, разкриваща се пред очите му... “. Зомерфелд е “възхитен”. В Гьотинген са по-сдържани. Бор със свойствения си стремеж към дълбоко физическо осмисляне, с огромно увлечение обсъжда проблемите, възникващи от нея. Още през септември с.г. той поканва Шрьодингер да гостува в Копенхаген “не само да прочете доклад, но да остане там колкото се може по-дълго, за да имат достатъчно време за обсъждане на проблемите, свързани с интерпретацията на новата теория”. Очевидецът на събитията Хайзенберг разказва: “Дискусията между Бор и Шрьодингер започна още на гарата в Копенхаген и продължаваше всеки ден от ранна утрин до късна вечер. Шрьодингер беше настанен в къщата на Бор, така че никакви външни обстоятелства не можеха да попречат на разговорите. И въпреки че Бор беше много внимателен и любезен при общуването си с други хора, сега се държеше едва ли не като фанатик, недопускащ никакви отстъпки и непростяващ и най-дребни неточности на събеседника си... Дискусиите траеха с часове, ден и нощ, но до единно мнение така и не се стигна. След няколко дни Шрьодингер се разболя, вероятно от изтощителното преуморяване и беше принуден да легне. Г-жа Бор се грижеше за него и му носеше чай и сладки, а Нилс Бор седеше на края на кревата и му внушаваше: “Но все пак сте длъжен да признаете, че...”. Изтощен и отчаян Шрьодингер въздъхва: *”Ако вие искате да запазите тези проклетни квантови преходи, то аз изобщо съжалявам, че съм се занимавал с тази теория!”* Бор го утешава: “Затова пък ние всички сме Ви много признателни, че благодарение на Вас беше направена тази решителна крачка в развитието на атомната теория! ...”. “Шрьодингер се завърна в Цюрих с потиснато настроение” – завършва разказа си Хайзенберг. [8]

Всъщност никой не оспорва уравнението на Шрьодингер. Препъни камъкът, обектът на раздорите е интерпретацията на Ψ -функцията! Всички по-нататъшни дискусии са свързани с възможните интерпретации на тази функция. И ако Шрьодингер възприема Ψ като непрекъснатата полева функция и я свързва с вълната на Дьо Бройл (или суперпозиция на “пакет” вълни с честота $\nu + \Delta\nu$), то “копенхагенската школа” възприема предложената от Макс Борн “вероятностна интерпретация” на вълновата функция, чийто квадрат – $\Psi^* \Psi$ (Ψ е комплексна функция) описва “плътността на вероятността” за намиране на частицата в местоположението с посочените координати. Без да имаме възможност да навлизаме по същество в тази мочурлива почва, ще отбележим само, че тя остава и досега обект на раздори и дискусии в лагера на физиците. [9].

През 1927 г. Шрьодингер е поканен от Макс Планк да стане приемник на неговата катедра по теоретична физика в Берлинския университет. Той е предпочетен пред А. Зомерфелд, който наближава 70-годишна възраст и не иска да напусне Мюнхен, пред В. Хайзенберг, който още не е станал и 30-годишен и пред М. Борн, който води физиците в Гьотинген. А през лятото на 1929 г. Шрьодингер е избран за редовен член на Пруската Академия на науките. По онова време в Берлин, освен Планк, са Айнщайн, Макс фон Лауе, Валтер Нерст. В столицата на Пруссия са Имперският институт “Кайзер Вилхелм”, Астрономическата обсерватория, няколко големи промишлени научно-изследователски лаборатории. Всичко това създава висока концентрация на първокласни физици с най-разнообразен профил. Ежеседмичните семинари приличат повече на малки конгреси, на които се обсъждат най-парливите въпроси на науката

въобще. *“За науката това бяха много хубави и свободни години”* – ще си спомня за тях Шрьодингер по-късно. Научните му публикации през този период представляват развитие, разширение, обобщение и интерпретация на основните негови разбирания на “вълновата механика”. Още повече, че през 1928 г. Дирак е предложил своя релативистичен вариант на квантовата механика.



Въпреки всички дискусии и открити проблеми пред квантовата механика, няма съмнение, че тя е работеща и перспективна теория. Затова никой не оспорва Нобеловата награда по физика, присъдена от Шведската академия през 1932 г. на Вернер Хайзенберг “за създаване на квантовата механика”, и на следващата - 1933 г. - на Дирак и Шрьодингер “за откриване на нови продуктивни форми на атомната теория”. В традиционната нобелова лекция на Шрьодингер “Основната идея на вълновата механика”, произнесена на 12 декември 1933 г., той в изключителна и общодостъпна форма разказва за генезиса на вълновата механика, ролята на вариационните принципи на Ферма и Хамилтън при нейното изграждане и съществуващите оптикомеханични аналогии. В лекцията нито веднъж не се споменават думите квант, квантови преходи или квантова механика – предложени вече от Макс Борн и добили всеобща употреба сред физиците. Речта му завършва с деликатен намек за неговата неудовлетвореност от общоприетата интерпретация на новата теория. Всъщност това е и позицията на Шрьодингер, която той ще отстоява до края на живота си.

Шрьодингер остава в Берлин до есента на 1933 г. Идването на националсоциалистите на власт не е по вкуса му. Без да има политически изяви и без да е заплашван от расистки преследвания, той, вече 46-годишен, решава да напусне Германия. В разговор с проф. Ф. Линдемман (по-късно - лорд Чаруел) той изразява отрицателното си отношение към режима и Линдемман го поканва в Англия. Под предлог за академичен отпуск Шрьодингер получава убежище в Оксфорд като Fellow of Magdalen College. И остава там три години. Темите на научните му изследвания са

свързани с проблеми на електродинамиката, теорията на полето, теорията на вероятностите и др. И продължава да мисли и публикува върху общи проблеми на интерпретацията на процесите в атомните системи и проблеми на научното познание. Въпреки че е обграден с внимание, има близки колеги като Франц Саймон и Николас Кърти, пуританската атмосфера в Оксфорд, викторианските традиции и официалните взаимоотношения между колеги и със студентите не са по неговия вкус. Макс Борн, който се среща с него неколkokратно през този период, си спомня: “В Оксфорд той беше много уважаван, но така и не можа да свикне с изключително мъжкото общество на колежа. Не му достигаше женското присъствие, а жени в колежа не бяха допускани. Многократно, почти с болка, ми е казвал, че загубва равновесие, когато съсед по маса, на когото той с характерната си откровеност е казал мнението си, приема важен вид, почти като някой бивш премиер-министър”.

През 1936 г. Шрьодингер приема настойчивата покана на приятеля си от студентските години, теоретика Ханс Тиринг, и се завръща в Австрия, в университета на Грац. Обаче след две години, през есента на 1938 г. – след аншлуса на фашистите, – той е принуден вече да бяга от родината си [10] през Швейцария и Белгия. Приютен е в Института за фундаментални изследвания в Дъблин, Ирландия (по подобие на този в Принстън). Основан по тия времена от видния ирландски държавник (и математик) Де Валера, институтът всъщност е създаден, за да приюти западноевропейската научна интелигенция, емигрираща от страните, попадащи под фашистка окупация. По онова време, в различни периоди, там са пребивавали М. Клайн, Дж-Синг, Дж. Мак-Конел, В. Тиринг, В. Хайтлер, Л. Яноши, К. Ланцош и много други известни европейски учени. В историята на науката ще останат летните школи по физика в Дъблин с участието на Дирак, Борн, Паули, Едингтън, Пайерлс, Инфелд и др. От 1941 г. Шрьодингер е директор на този институт. И там ще остане 17 години – назначен като “щатен гений” (без преподавателски задължения), както се шегуват колегите му. Това е време на спокоен творчески труд, отдаден на изследователска дейност и размисъл. Плод на тези усилия са над 50 научни публикации – в широк диапазон: алгебра на мезоните, специална и обща теория на относителността, единна теория на полето и др. Продължава да отстоява класическата си интерпретация на квантовите процеси в ред методологични статии, чиито заглавия, например “2400 години квантова теория” или “Съществуват ли квантови скокове?” и др., сами подсказват ариергардните сражения, които води. Той сам признава, че *“изпитва дълбок дискомфорт във връзка с квантовата механика”* и добавя: *“... всъщност никой не я разбира...”* През този период на преден план в творческите му интереси изплуват и младежките му увлечения по проблемите за същността на живата природа и съзнанието, пробудени от запознанството му с трудовете на немския зоолог Рихард Семон (1859 - 1918). В областта на теоретичната биология Семон, признавайки унаследяването на придобитите особености по време на живота на организма, издига хипотезата и за съществуването на т.нар. “клетъчна памет”, еднозначна с паметта при психическите процеси. Своите схващания по тези въпроси Шрьодингер излага в няколко статии, обединени впоследствие в книгата “Що е животът? От гледна точка на физика”, (издадена през 1944 г.), посрещната с голям интерес от научната общественост и дала тласък на следвоенните биофизични изследвания [11, 12]. Публичните му лекции, свързани с по-нататъшните му размисли по тези теми, ще се появят като книга под названието “Разум и материя” през 1958 г.

След като през 1947 г. отказва да се върне в Берлин, все пак през 1956 г. Шрьодингер се завръща във Виенския университет и оглавява създадената специално за него катедра по теоретична физика. Но вече неизлечимо болен, той умира на 4

януари 1961 г. По негово желание е погребан в селцето Алпах, в подножието на Тиролските Алпи.



Э. ШРЁДИНГЕР 1945 г.

Случаят с Шрьодингер и този с Планк (ако говорим за периода на изграждане на квантовата физика) са ярки примери на учени, лансирали “революционни” идеи в зенита на своя живот – около 40 годишни, за разлика от “младоците”: Хайзенберг – на 24 год., Дирак – на 24 год., Паули – на 25 год., Уленбек и Гаудсмит – по на 25 год., Айнщайн – на 26 год., Бор – на 28 год., и т.н. Не случайно маститите физици по онова време наричат теоретичната физика на първата четвърт на XX век *Knabenphysik* - “физика за момченца”. Изградени в духа на класическата физика учени, Шрьодингер и Планк, достигат да своите принципно не класични идеи с “насрещен бой”, подчинявайки се на логиката на научното търсене. И непрекъснато се опитват да се завърнат в “класическата русло”, съпротивлявайки се на младите, които, необременени от тежестите на научните традиции, отнасят “своите рожби” до недопустими (според тях) далечини и висоти. И “персонифицирането” на техните идеи – “ Ψ -функцията на Шрьодингер” или “константата на Планк h ” – се превръща за тях в научна трагедия.

Нека отбележим още една ясно изпъкваща особеност на Шрьодингер. Той е учен единак, няма ученици, да не говорим за школа... – ще каже сам той. В пълния списък от 167 научни публикации на Шрьодингер, само 8 са в съавторство с още един: с К. Колрауш, през 1914 г.; с М. Борн - 1935 г., с Т. Бродерик - 1940 г., с Л. Яноши - 1944 г. и др. В останалите близо 160 публикации той е единствен автор.

Често, когато с вълнение съм изучавал живота и дейността на видни учени, в мен са възниквали мисловни асоциации с жизнената съдба на съизмерими със своите постижения творчески личности от други области на духовното и интелектуално съзидание. Такива съпоставки съм срещал и у други биографи и есеисти. Например Айнщайн с Бетховен (усилията на Айнщайн за изграждане на единна теория на полето с късните квартети на Бетховен), или Файнман с Моцарт (“аполоновия” характер, по терминологията на Ницше, творчество на двамата гении), или “Мефистофелското” в творчеството на Паули и Вагнер, и др. Никъде в биографията на Шрьодингер или в неговите статии не се докоснах до “музикален акорд”. Докато един ден, заслушан в едно симфонично произведение на Густав Малер, в мен не се породил образът на Ервин Шрьодингер. Не само зодиакалната идентичност, далечните еврейски корени,

австрийското гражданство, Виенската атмосфера, пък ако щете, и значителната физическа прилика. Но и монументалност, уникалност и унитарност на личност и творчество, богат оцветен емоционален живот, съизмеримост на интелектуалните и духовни постижения, драматизъм на жизнената съдба...

Нарекохме Шрьодингер “консерватор сред революционерите”. Всъщност понятията “консерватор”, “революционер” са от друга опера и са епитети, поставяни *a posteriori*. Не бих спорил кога една творческа личност е консерватор или дали това е добре или не. В науката се брои направената нова стъпка към истината. Още повече след като конгениалният събрат на Шрьодингер – Хайзенберг, – може би най-радикално мислещият от “квантовата плеада” физици, казва: “... добрият физик трябва да бъде колкото може по-консервативен”! Сам Шрьодингер заявява: *“В своите научни изследвания, както и въобще в живота, аз никога не съм се придържал към някаква генерална линия, не съм следвал ръководеща програма, разчетена на дълъг срок”*.

Бележки

[1] За изследванията му по теорията на цветовете, които всъщност носят първоначалната известност на Шрьодингер (разбира се, след това засенчени от приноса му със създаването на вълновата механика), заслужава да се кажат няколко думи. Екснер и учениците му развиват идеите на Томас Юнг, Максвел и Хелмхолц от 19-ти век и ги подкрепят с нови експериментални факти. Изхождайки от трикомпонентната цветометрия – сравняване на яркостта на различните цветове, всеки от които е съставен от наслагването на три “прости” цвята, – Шрьодингер разглежда тримерно векторно базисно пространство, подчиняващо се на афинната геометрия, и успява да изгради непротиворечива и завършена количествена математична теория, при която различните комбинации от векторите водят до характеристики като “оттеньк”, “наситеност”, “яркост” и др., основа на съвременната фотометрия.

[2] Големият немски математик Херман Вайл (1885 – 1955) е учен с голямо влияние (и конкретни приноси) в развитието на физиката в онези знаменити години на създаване на съвременната квантова и релативистична теория, а това често се отминава мимоходом, както впрочем и сега. Вайл не само познава дълбоко различните раздели на математиката, но има и съществен принос при разработването на методите за решаване на задачата за собствените стойности в диференциалните уравнения и специално в квантовата механика. По онова време Вайл вече е автор на един от първите варианти на единната теория на полето, обединяваща Айнщайновата теория на гравитацията с електродинамиката. Конкретно за влиянието му върху работите на Шрьодингер говори фактът, че в основните публикации от този период той изказва благодарност към него *“за непосредствената помощ при разработване на методите за решение, указание за състоянието на съответния математичен проблем и препоръчана литература”*. Една такава е и новопоявилата се (1924 г.) “Математични методи на физиката” на Рихард Курант и Давид Хилберт. Доколко “вътре” в квантовата механика е бил Вайл може да се съди и по издадената през 1927 г. негова книга “Теория на групите и квантовата механика”

[3] Поради няколко предишни (1921 - 1923 г.) погрешни работи по теоретична спектроскопия на Дьо Бройл (съвместно с А. Бовие), неговата научна репутация в Германия не е много висока, но в Цюрих Шрьодингер няма предубеждения към него.

[4] Ето как предава този творчески момент Леон Ледерман (“Частицата Бог”, Изд-во “Просвета”, 1997 г., стр. 169):

“... Ервин Шрьодингер решил, че има нужда от почивка. Това станало десет дни преди Коледа на 1925 г. Шрьодингер бил компетентен, но неизвестен професор по физика в Цюрихския университет, а всички колежански преподаватели заслужават една коледна

ваканция. Това обаче не била обикновена ваканция. Като оставил жена си у дома, Шрьодингер наел вила в швейцарските Алпи за две седмици и половина, взел със себе си няколко тетрадки, две перли и едно старо виенско гадже. Шрьодингер си самовъзложил мисията да спаси изпокърпената, проскързваща квантова теория от онова време. За да изолира всички отвличащи го звуци, роденият във Виена физик пхнал в ушите си по една перла. Сетне за вдъхновение курдисал гаджето в леглото. Шрьодингер си бил измислил работа за мерак. Трябвало да измисли нова теория и да ошастливява дамата. За късмет той бил достоен за задачите. (Ако не сте подготвени за подобни изисквания, не ставайте физик.)”.

И завършва разказа си: ... “Поради всичко туй аз лично прощавам на Шрьодингер романтичните му флиртове, които в края на краищата интересуват единствено биографите, историците на социологията и завистливите му колеги”.

А ние прощаваме на Ледерман ...

Своите “Автобиографични скици” Шрьодингер завършва така: *“Тук завършва моята хронологична автобиографична скица. Надявам се да съм добавил няколко идеи или детайли тук и там, които да не са твърде драстични. Трябва да се въздържа от създаването на пълна картина на живота си, защото не съм добър разказвач, а освен това би трябвало да изпусна една твърде съществена част от моя живот, в която става дума за моите взаимоотношения с жените. Преди всичко това без съмнение би разпалило клюки, а второ, едва ли е достатъчно интересно за други хора и науката; но не по-маловажно е, че никой не може да бъде достатъчно обективен в подобни неща”*.

Т.е. шеговитите думи на Ледерман не са безпочвени, а заключителният пасаж в “Автобиографията” му – случаен... Наистина, емоционалният живот на Шрьодингер е много богат и разнообразен. Емоционалните му увлечения са многобройни, дълготрайни и явни. Ако започнем да изброяваме само някои от тях, ще трябва да споменем доста имена от елита на тогавашното интелектуално и артистично общество. Впрочем и жена му има връзки със забележителни личности от този кръг. Друг е въпросът за правото на биографа да се рови в кошчето с мръсното бельо на гениите и доколко интимният им живот корелира с творческите им постижения. Тук въпросът е дискуссионен, а за нас, възпитани в условията на “стерилния рационализъм”, смущаващ. Вече много десетилетия многотомните документираны изследвания на живота на творците не заобикалят такива блатисти местности. (Вж. напр. Walter Moore, A life of E. Schrodinger, Univ. Press, Cambridge, 1994). Богатият емоционален живот на Шрьодингер е ярък пример в това отношение. Живял е в началото на 20-ти век в сърцето на Европа, описано така добре от съученика му Стефан Цвайг в “Светът от вчера”. Всъщност това съвсем не е от “вчера”. Още Софокъл (в “Антигона”) казва: *“... великите по начало прекращават (съпружеските) обичаи; безспорно непоклатима е тогава единствено богинята Афродита...”*.

[5] По-конкретно в тези работи Шрьодингер разглежда хармоничния осцилатор, твърдия ротатор, атома на водорода и ефекта на Щарк. Всъщност в първия вариант на подготвената за публикуване статия Шрьодингер (и депозирана в редакцията на “An. der Phys.” преди Коледа на 1925 г.) достига до релативистичния вариант на вълновото уравнение ... известно днес като уравнение на Клейн-Гордон! Но пресмятанията му водят до значителни различия с известните по онова време експериментални резултати и той изтегля от редакцията на “An. der Phys.” представената статия, за да докара уравнението до неговото нерелативно приближение, носещо днес неговото име.

[6] В предговора (на автора) към сборника има следния пасаж: *“Намеквайки за тези шест статии от сборника, чието издание беше продиктувано изключително само поради големия интерес към тях, една млада дама каза на автора: “Нима не е*

истина, че когато сте започнали работа над тези статии вие даже не сте мислили, че от тях може да излезе такова умно нещо!”. Това е мнение, с което, при съответно разграничаване от ласкателния епитет, съм напълно съгласен. Нека все пак напомня, че обединените тук в един том работи възникнаха последователно една след друга”.

[7] Сега нямаме възможност, въпреки че тук му е мястото, да изложим предпоставките и предисторията на изграждането на квантовата механика, още по-малко – да представим по-подробно идеите и същността на тази теория. Съвсем естествено е да предположим, че тя се познава от онези, които четат тези редове. Детайлно и изчерпателно тези проблеми са разгледани, например в M. Jammer. *Conceptual development of quantum mechanics*. N.Y., McGraw-Hill, 1966; или J. Mehra.

[8] През 1926 г. в писмо до Айнщайн Шрьодингер пише: *“Подходът на Бор към атомните проблеми е наистина забележителен. Той е напълно убеден, че всяко разбиране в обикновения смисъл на думата е невъзможно. Следователно разговорът почти веднага е насочен и въвлечен във философските проблеми и човек вече не знае дали наистина стои на позицията, която той атакува или наистина трябва да атакува позицията, която той защитава”*.

[9] За историята на науката не бива да спестим взаимно “скептичното” отношение на учените от двете страни на барикадата (по онова време). В писмо до Паули (1926 г.) Хайзенберг пише: “Колкото повече разсъждавам за физичната страна на теорията на Шрьодингер, толкова по-отблъскваща ми се струва”. Не по-малко рязко се изказва и Шрьодингер за подхода на Хайзенберг към теорията на атома: “... аз знаех за неговата теория, обаче ме плашеха, да не кажа отблъскваха, струващите ми се много трудни методи на трансценденталната алгебра и отсъствието на нагледност”.

[10] Ето как Карл Попер (“Безкрайното търсене”, Изд. къща “Златорог”, София, 1998 г.) описва това бягство:

“След нахлуването на Хитлер в Австрия Шрьодингер и жена му едва успяха да се измъкнат. Тя карала колата им до едно затънтено място близо до италианската граница и там я изоставили. Преминават границата само с ръчния си багаж. От Рим, където пристигнали почти без стотинка, успели да се свържат по телефона с Де Валера, ирландския министър-председател, който в този момент бил в Женева и им казал да отидат при него. На италианско-швейцарската граница били заподозрени от италианските граничари, защото нямали почти никакъв багаж, а парите им били на стойност по-малко от един паунд. Свалили ги от влака, който напуснал граничния пункт без тях. В края на краищата им разрешили да вземат следващия влак за Швейцария...”.

[11] Тук ще си позволя да добавя един по-дълъг пасаж от гл. 30 “Дебати с Шрьодингер”, (стр. 133 - 136) от споменатата книга на К. Попер, в който се анализират по-подробно натурфилософските възгледи на Шрьодингер. Този откъс ярко характеризира и непримиримия идеен сблъсък на две дълбоко мислещи конгениални личности.

“... Шрьодингер бе възприел идеализма си от Шопенхауер. Но аз очаквах той да вижда слабостите на тази философия, за която Болцман се е отзовал грубо (...). Бях още по-учуден, когато Шрьодингер изказа сенсуалистични и позитивистични мнения като “цялото ни познание почива изцяло на сетивните възприятия”.

Имахме и друг бурен сблъсък по повод на моята статия “Стрелата на времето”, в която твърдах, че съществуват физически процеси, които са необратими, независимо дали с тях може да се свърже някакво увеличаване на ентропията. (...) Шрьодингер бе написал някои интересни статии, опитвайки се да спаси теорията на Болцман, според която посоката на нарастване на ентропията изцяло предопределя посоката на времето (или “дефинира” тази посока). В тях той твърдеше, че тази теория би рухнала, ако

имаше метод като предложения от мен, чрез който да установим посоката на стрелата на времето независимо от нарастване на ентропията.

Дотук бяхме единодушни. Но когато го помолих да ми каже къде не съм прав, Шрьодингер ме обвини, че съм унищожил коравосърдечно най-красивата теория във физиката – теория с дълбоко философско съдържание, теория, която никой физик не би посмял да докосне. Според него бе нахалство, ако не и светотатство, един нефизик да атакува такава теория. Той продължи тази линия, добавяйки (в скоби) нов пасаж в “Разум и материя”: *“Това е извънредно важно за митологията на всеки физик. Той не бива никога да въвежда нещо, което да установи независимост по посоката на стрелата на времето, иначе Болцмановата теория ще рухне”*. Все още си мисля, че Шрьодингер е бил подведен от ентузиазма си: ако физикът или който и да е друг наистина може да установи независимо посоката на стрелата на времето и ако този факт наистина има онова следствие, което му приписваше (според мен с право) Шрьодингер, то той, ще не ще, трябва да приеме рухването на теорията на Болцман - Шрьодингер заедно с прилагания от нея аргумент в полза на идеализма. Отказът на Шрьодингер да приеме това бе неправилен, освен ако не бе в състояние да открие друг изход. Но той смяташе, че друг изход няма.

Друг сблъсък имавме по повод на една теза – маловажна според мен, – но той я смяташе за много важна в неговата прекрасна книга “Що е животът?”. Това е гениално произведение, особено краткият параграф, озаглавен “Записът на наследствения код”, който в самото си заглавие съдържа една от най-важните биологични теории. Всъщност книгата е чудо: написана за образования читател извън науката, тя съдържа нови и пионерски научни идеи. (...)

Тук писах за някои от разногласията си с Шрьодингер, но имам към него огромен личен дълг: въпреки всичките ни кавги, които много пъти приличаха на окончателно разделяне на пътищата ни, той винаги се връщаше и подновяваше нашите спорове – спорове, които бяха по интересни и без съмнение по-вълнуващи от всички подобни, които съм имал с кой да е друг физик. Темите, които обсъждахме, бяха теми, по които се опитвах да пиша. А самият факт, че той повдигна въпроса “Що е животът?” в онази негова чудесна книга, ми даде куража да го поставям отново и отново многократно пред себе си”.

[12] Дж. Уотсън, с когото Фр. Крик и (и М. Уилкинс) разделят Нобеловата награда по физиология или медицина за 1962 г. за “откриването на структурата на молекулата на ДНК” разказва: “Той (Ф. Крик) изостави физиката и се зае с биология, след като през 1946 г. прочете книгата на известния физик-теоретик Е. Шрьодингер “Що е животът? От гледна точка на физика”. В тази книга много изящно се излага предположението, че гените представляват една от най-важните съставни части на живата клетка и затова, да се разбере какво е живот, може само като се знае какво е поведението на гените”.



Преди доста години, когато писах това биографичното есе за Шрьодингер, мислех, че ще е удачно да предложа "Предисловие"-то на станалата класика неговa книга **"Що е животът? От гледна точка на физика"**. (Превод от руското издание на книгата "Что такое жизнь? С точки зрения физика", Атомиздат, Москва, 1972 г.). В предговора към това издание се казва: "Там, където Шрьодингер се изказва като философ, той допуска ред сериозни грешки. Съветският читател, добре знаещ основните положения на диалектическия материализъм, веднага ще ги забележи. Затова и "Епилог"-ът, който няма научна стойност, е изпуснат".

Сега, "когато му дойде времето" да посегнем към тази тема, Редколегията положи значителни усилия да намери крамолния текст и успя да се добере до него, както често досега, благодарение на бездънните запаси на доц. Боян Пенков. В негов превод (от немското издание "Was ist Leben. Die lebende mit den Augen des Physikers betrachtet", München, Pöper, 1993) "Светът на Физиката" иска да запознае българския читател – по-възрастните, които са забравили диалектическия материализъм и по-младите, които не са чували за него, – с този опасен "Епилог".

*И като бонус на нашата тазгодишна Шрьодингериада - пълният превод на книгата на Шрьодингер **“Разум и материя”**, която “Светът на физиката” предлага като “Четиво с продължение” за 2004 г. Тя представлява детайлно излагане на схващанията на автора, свързани с тази тематика.*

ЕПИЛОГ

Детерминизъм и свободна воля

(от книгата *"Що е животът? От гледна точка на физика"*)

Ервин Шрьодингер

Като награда за всички усилия, които sine ira et studio [1] положих, за да изложам чисто научната страна на нашия проблем, тук си позволявам да дам собствения си, по необходимост субективен, възглед върху философските изводи, за които този проблем дава повод.

Според изложеното дотук, времепространствените процеси в тялото на едно живо същество, свързани с душевната му дейност, съзнателните му или каквито и да са други прояви, са ако не строго детерминистични, то поне статистикодетерминистични (поради сложния си строеж и общоприетото във физикохимията тълкуване). На физиците бих искал да кажа, че, по моето по разни причини несподеляно мнение, при тези процеси квантовата неопределеност не играе биологическа съществена роля, освен може би с това, че усилва случайността при процеси като клетъчното делене и предизвиканите от рентгеновите лъчи мутации – неща и без това от никого неоспорвани.

Нека отначало разгледаме това твърдение като даденост, както би сторил и всеки непреднамерен биолог, ако не беше добре познатото усещане, което възниква, когато "гледаш на себе си само като на механизъм" [2]. Създава се впечатлението, че всичко това противоречи на удостоверената от вътрешния ни опит свобода на волята.

Но непосредствените наблюдения, колкото и да са разнолики и нееднородни, съвсем не могат да си противоречат логически. Затова нека се опитаме от следните две предположения да изведем правилното, непротиворечиво заключение:

1. Тялото ми функционира като чист механизъм в съгласие с природните закони.
2. Все пак, въз основа на неопровержим и непосредствен опит знаей, че управлявам неговите движения и мога да предвидя следствията от тях, които могат да имат решаващо значение; в този случай чувствам и поемам пълната отговорност за тях.

Единственото възможно следствие от тези две положения е следното: Аз ("аз" в най-широкия смисъл на думата, т.е. всяко съзнателно мислещо одухотворено същество, което е означавало или осъзнало себе си като "аз") [3] е лицето, доколкото изобщо съществува, което управлява "движението на атомите" в съгласие с природните закони.

Когато принадлежиш към културен кръг, в който определени понятия са имали или имат у други народи по-широк смисъл, но около теб вече са стеснени и специализирани, можеш да си позволиш да формулираш горния извод с толкова обикновени думи, колкото това налага самият проблем. Звучи богохулно и безумно, ако, изразявайки се по християнски, заявим: "Значи, аз съм Господ Бог". Нека обаче за момент не обръщаме внимание на това и поразмислим дали горното следствие не се приближава най-плътено до едно биологично доказателство за съществуването както на Бога, така и на безсмъртието.

Всъщност този възглед не е нов. Доколкото знам първите сведения в тази насока ни водят поне 2500 години назад. Още в ранните големи Упанишади на индийската философия тъждеството *Атман* = *Браман* (личното Аз съвпада с вездесъщото и всеобхващащо вечно Аз) не бива схващано като богохулство, а обратно – като най-дълбоко вникване в природното действие. Всички изучаващи Веданта са се стремили, щом могат да проговорят, да асимилират тази голяма мисъл.

Също така мнозина мистици, в продължение на векове, независимо един от друг и все пак в пълна хармония (като частиците на идеален газ) са описвали уникалното си преживяване с думи, равностойни на поетичния израз: "*Deus factus sum*" ("Станах Господ Бог").

Тази представа е останала чужда на западното мислене, макар Шопенхауер и други да са я застъпвали и въпреки че истински влюбените при вида на обичаното същество осъзнават, че мислите и радостите им не само си приличат, а са дори едно и също нещо. За съжаление влюбените обикновено са дотам заети с изблика на чувствата си, че не могат ясно да мислят – и затова много приличат на мистиците.

Позволявам си още няколко забележки. Съзнание се изживява само в единствено число и никога в множествено. Дори в патологичните случаи на раздвояване на съзнанието или личността, двете самоличности си сменят местата, но не се изявяват едновременно. В сънищата си наистина играем едновременно ролите на различни лица, но не без да правим разлика: хем сме една личност и действаме и говорим като такава непосредствено, чакайки често пъти с нетърпение отговора или реакцията на другата личност, без да обръщаме внимание на това, че всъщност управляваме действията и думите и на другата личност също като и на собствената.

Как възниква всъщност (така настойчиво оспорваната от авторите на Упанишадите) представа за множественост? Съзнанието е в тясна връзка с и в зависимост от физичното състояние на една ограничена част на вещественото, на тялото. (Обърнете внимание на душевните изменения по време на телесното развитие в пубертета, при стареенето и т.н., или да си спомним за действията на треската, наркозата, опиянението, мозъчните увреждания и др.) Съществуват обаче много на брой еднакви тела. Затова естествено е да мислим съзнанието и духа в множествено число. Вероятно всички обикновени и образователно недеформирани хора споделят този възглед с повечето западни философи.

Оттук до изнамирането на душата – толкова души, колкото тела – има само една малка крачка и възниква въпросът: душите смъртни ли са като телата или не и дали са способни да съществуват сами по себе си. Първата възможност не ни допада истински, докато втората просто изпуска предвид или отрича фактите, върху които се основава хипотезата за множествеността. Задавани са и по-простодушни въпроси: имат ли душа животните? Задаван е дори въпросът дали и жените имат душа или само мъжете...

Следствия от този вид, дори и формулирани колебливо, разтърсват доверието в хипотезата за множествеността, споделяна от всички официални западни вероизповедания. Не постъпваме ли още по-безумно, ако, отхвърляйки грубото ѝ суеверие, но запазвайки наивната представа за множествеността на душите, ние се надяваме, че сме ѝ намерили слабото място с обяснението, че душите са преходни и загиват заедно със своите тела?

Остава ни само едно – да се придържаме към непосредствения опит, че съзнанието е в единствено число, множественото му число не познаваме; че само *едно* нещо е действително и че това, което ни се представя множествено, е само едно илюзорно създадено множество (индийската майя) от различни проявления на това Едно. Същата илюзия възниква в галерия от огледала и така Маунт-Еверест и Гауризанкар се оказват един и същи връх, но видян от две различни посоки [4].

Разбира се, главите ни са пълни с разни истории за духове и привидения, които ни пречат да приемем такова просто решение. Казват ми например, че аз изобщо не виждам онова дърво пред прозореца ми. Чрез един хитър трик (който засега бил недостатъчно изследван) истинското дърво препращало своя образ в моето съзнание и възприятието разполага само с тоя образ. Ако на мое място застане друг, същото дърво и на неговата душа ще прати свой образ. Аз виждам моето дърво, а той неговото (поразително подобно на моето), но какво собствено е дърво [5], не знаем. Това пресилване дължим на Кант. Щом решим, че съзнанието е едно *singulare tantum* [6], Кантовият възглед бива изместен веднага от увереността, че има само *едно* дърво и всичко друго е магията на игра с огледала.

И все пак сме твърдо уверени, че съвкупността на личния опит и спомени образува едно цяло, съвсем различно от същото цяло на другите хора. Това единство наричаме "Аз". *Що е това "Аз"?*

При по-внимателно вглеждане мисля, че то е нещо повече от струпването на отделни усещания и спомени, че е нещо като екран, върху който те са проектирани. И един внимателен самоанализ ни убеждава, че Аз-ът е една основа, върху която са нанесени образите. Може да се случи да попаднеш в далечна страна, да не виждаш приятелите си и почти да ги забравиш; но намираш нови приятели и споделяш живота си с тях също тъй интензивно, както и по-рано. Спомените за предишния живот все повече губят значението си. Стига се дотам да кажеш в трето лице: "младежът, който бях тогава" и вероятно героят на романа, който четеш, ти изглежда по-близък и по-жив. А няма разрыв, няма смърт, която да е помежду. Дори и някой сръчен хипнотизатор да успее да изтрие всички спомени на един човек, няма да кажем, че *го* е умъртвил. Няма да оплакваме загубата на едно личностно съществуване.

И тя никога няма да настъпи.

Бележка към епилога

Застъпеният тук възглед се покрива с оня, представен от Олдъс Хъксли в книгата му с подходящото заглавие *Perennial Philosophy* (London, 1946). Чудесната му книга представя добре не само проблема, но ред обстоятелства, които го правят труден за разбиране и лесно пораждащ противоречия.

Превод от немски: **Боян Пенков**

Бележки на преводача

[1] Без гняв и пристрастие (Тацит, *Анали*, 1.1.).

[2] В кавички Шрьодингер е поставил израза, вече изяснен и често повтарян в основния текст на книгата.

[3] В оригинала е Ich, с главна буква, което в немския език прави думата съществително.

[4] До началото на 20-ти век не е било ясно, дали близките Хималайски върхове Гауризанкар (7144 m) и Чомолунгма (Еверест, 8850 m) са едно и също или две различни възвишения.

[5] В оригинала *der Baum an sich*.

[6] Дума, която няма множествено число.

Бележка на главния редактор

Бъррр ... А бе, май че цензорът на руското издание на “Що е животът?” е имал известно основание за пропускане на “Епилога” ... Но щом го е мислил Шрьодингер, защо да не се замислим и ние...

Н. Ахабабян

АЙНЩАЙНОВАТА *ANNUS MIRABILIS* 1905

Михаил Бушев

Само за една година - 1905 г. - Айнщайн създава три епохални теории: специалната теория на относителността (СТО), теорията на Брауновото движение (БД) и квантовата теория на фотоелектричния ефект (ФЕ). Тази година на творчески взрив - Айнщайновата *ANNUS MIRABILIS* - ни изправя пред загадката: кой е общият корен на тези видимо различни проблеми, какво ги е свързвало така тясно в контекста на съществуващата към началото на XX век физична картина на света? В предложената тук симетризирана връзка на физичните теории, центрирани около явленията на светлината, Айнщайновата изследователска програма от *ANNUS MIRABILIS* е представена като отговор на гения към физиката от началото на XX век.

“Никога не ще престана да размишлявам

върху природата на светлината”

А. Айнщайн^[1]

1. *ANNUS MIRABILIS*

Годините на страшната чумна епидемия, от края на 1665 г. до началото на 1667 г., младият Исаак Нютон прекарва в родния си дом в Улсторп. Тогава той създава фундаменталните си идеи в механиката, астрономията, гравитацията, оптиката, флуксиите. Историците наричат този период на творчески взрив Нютоновите *ANNI MIRABILI*^[2].

През 1905 г. 26-годишният експерт от патентното бюро в Берн (Швейцария) Алберт Айнщайн публикува в списанието *ANNALEN DER PHYSIK* 5 статии, които полагат началото на три фундаментални направления във физиката: квантовата теория (КТ), Брауновото движение (БД) и теорията на относителността (ТО). Разстоянието на времето и цялостното развитие на научната мисъл през изтеклия XX век, така ярко осветена от идеите на Айнщайн, позволяват без колебание да наречем тази година “Айнщайновата *ANNUS MIRABILIS*”^[3].

Да припомним кратко някои основни факти за тези трудове:

(1) “ЗА ЕДНА ЕВРИСТИЧНА ГЛЕДНА ТОЧКА ВЪРХУ ВЪЗНИКВАНЕТО И ПРЕВРЪЩАНЕТО НА СВЕТЛИНАТА”^[4] (постъпила през м. март). За първи път идеята за светлинните кванти (фотоните) се прилага за обяснението на фотоэффекта, фотойонизацията и др. Айнщайн е удостоен с Нобеловата награда (за 1921 г.) като висока оценка за “трудовете му по теоретична физика и конкретно за откритието на закона на фотоелектричния ефект”.

(2) “*НОВО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МОЛЕКУЛНИТЕ РАЗМЕРИ*”^[5] (м. април). Това е докторската дисертация на Айнщайн. Получена е връзката между подвижността и коефициента на дифузия.

(3) “*ЗА ДВИЖЕНИЕТО, ИЗИСКВАНО ОТ МОЛЕКУЛНАТА ТЕОРИЯ НА ТОПЛИНАТА, НА ЧАСТИЦИ, СУСПЕНДИРАНИ В НЕПОДВИЖНА ТЕЧНОСТ*”^[6] (м. май). Построена е теорията на Брауновото движение, демонстрирана е реалността на молекулите и на тяхното топлинно движение, разработени са статистически методи за анализ на това движение.

(4) “*КЪМ ЕЛЕКТРОДИНАМИКАТА НА ДВИЖЕЩИ СЕ ТЕЛА*”^[7] (м. юни). Построена е СТО, в която динамиката на тела и полета е обединена от релативистичната инвариантност на движението в четиримерния пространствено-времеви континуум.

(5) “*ЗАВИСИ ЛИ ИНЕРЦИЯТА НА ТЯЛОТО ОТ СЪДЪРЖАЩАТА СЕ В НЕГО ЕНЕРГИЯ?*”^[8] (м. септември). Показва се, че отговорът е положителен и е направен извод, че “Ако теорията съответства на фактите, то излъчването пренася инерция между излъчващите и поглъщащите тела”.

Всяка от тези работи решава конкретни физически проблеми. Но заедно с това съдържа лесно разпознаваеми признаци на програмност, която се потвърждава от по-нататъшните изследвания на Айнщайн по КТ (специфични топлини на телата, изпускане и поглъщане на лъчение, квантова теория на едноатомен идеален газ и др.), по квантова статистика (сериата от работи по Бозе - Айнщайнова статистика) и по ТО (чието развитие кулминира в ОТО и продължава в опитите за построяване на единна теория на полето.).

2. ЗАГАДКАТА НА *ANNUS MIRABILIS*

Публикациите на Айнщайн от 1905 г. са върху три толкова различни области на физиката, че изглежда непостижимо как техният автор е съумял да ги обхване практически едновременно в изследванията си. Известно е, че и днес, почти столетие по-късно, ТО, КТ и БД са твърде различни глави в курсовете по теоретична физика. Дори в задълбочените биографични изследвания върху творчеството на Айнщайн, както и в спомените на негови сътрудници и съвременници, преобладава разделното обсъждане на трудовете от *ANNUS MIRABILIS*.

“Но как в неговия ум се е зародило това чудо? Този въпрос е ... нелогичен. Защото ако нашият разум би могъл да се справи с въпроса за това “как”, то вече не би имало чудо.” Така пише самият Айнщайн за Нютон^[9].

Няма да стъпваме върху несигурната почва на психологията на творчеството с въпроса: как в ума на Айнщайн се е зародило това чудо? А ще се опитаме да изясним по каква логика на физичната проблематика към началото на XX век изследванията на Айнщайн към 1905 г. са части от един общ проблем.

А че такава постановка на въпроса е допустима и разумна, проличава от думите на такива близки до Айнщайн учени като Луи дьо Бройл, Макс Борн и Волфганг Паули.

През 1949 г. Дьо Бройл пише: “Не е случайно, че съзателят на теорията на относителността е също предвестник на вълновата механика и на съвременната квантова теория^[10]. Пак през 1949 г. Борн заявява: “Айнщайновото разбиране за физическия свят не може да се раздели на водонепроницаеми отделения и не бихме могли даже да си въобразим, че той е можел да подмине някои от фундаменталните проблеми на съвременността”^[11]. А Паули с присъщата си категоричност отбелязва (1958 г.): “Доколко тясно са свързани по онова време (1905 г.) помежду си работите на Айнщайн по ТО и КТ проличава от неговия доклад, прочетен през 1908 г. на конгреса на естествоизпитателите в Залцбург”^[12]. Може само да се съжالياва, че такъв проникателен учен като Паули не си е поставил за цел да проследи докрай тази “тясна връзка”.

Но и самият Айнщайн в споменатия доклад^[13], макар че подчертава с пророческа дълбочина връзката между ТО, КТ и статистиката, все пак оставя зад екран логиката, от която се е ръководел в изследванията си към 1905 г.

По-късно обаче Айнщайн дава ясно да се разбере, че действително съществува проблем, свързан с публикациите му от *ANNUS MIRABILIS*. Това става през 1922 г., когато за пръв път (в Япония) са издадени събраните му научни трудове. В краткия предговор Айнщайн пише: “Бих желал да обърна особено внимание на моите млади колеги върху работите по СТО, теорията на БД и КТ, публикувани от 1905 г. до 1917 г. и съдържащи идеи, на които според мен не е обърнато достатъчно внимание”^[14].

Твърде вероятно е Айнщайн да говори за проблем, който се намира на пресечницата на споменатите от него три направления, проблем, който изниква от дълбокия корен на тяхното единство.

3. СВЕТЛИНА И ПРОТИВОРЕЧИЯ

Какво е състоянието на физиката в навечерието на *ANNUS MIRABILIS*? Пред прага на XX век научната общност е била склонна да оценява състоянието във физиката общо взето като безконфликтно. Например лорд Келвин вижда само “две малки облачета” на небосклона на физиката, а сред физическата общност нерядко се чуват мнения, че сградата на физиката е практически завършена.

Казват, че талантливият решава проблеми, които другите не могат, а геният решава проблеми, които другите не виждат. Онова, което категорично отличава Айнщайн от неговите съвременници, е оценката за състоянието на идеите във физиката към началото на XX век. В многобройните му по-късни публикации се съдържа критичен анализ на съществуващите теории и се разкриват областите на противоречия, които по онова време още не са били забелязани от научната общност. Ето как Айнщайн характеризира в своите “Автобиографични бележки” (1949 г.) състоянието на физиката към началото на XX век: “Въпреки че в отделни области тя процъфтяваше, в принципиалните неща господстваше догматичен застои. В началото (ако е имало такова) Бог е създал Нютоновите закони за движението заедно с необходимите маси и сили. С това всичко се изчерпва; останалото трябва да се получи по дедуктивен път като резултат от разработката на съответните математични методи”^[15].

Оформилите се до края на XIX век фундаментални физични теории са: Нютоновата динамика (Д), електродинамиката (ЕД) на Фарадей - Максвел и феноменологичната термодинамика (ТД).

За термодинамиката Айнщайн смята, че това е единствената физична теория, която в рамките на валидност на основните си понятия никога няма да бъде опровергана^[16].

Нютоновата динамика Айнщайн нарича “основа на механиката” и “програма на всички теоретични изследвания във физиката до края на XIX век”, програма на оптиката (корпускулна и по-късно вълнова) и основа на кинетичната теория на топлината^[17]. Слабости на тази теория са схващанията за абсолютни пространство и време, учението за светлината като съставена от материални частици, произволната същност на силите на взаимодействие и т.н.^[18].

Електродинамиката противопоставя непрекъснатото поле и дискретните материални частици на динамиката и така става основа на вълновата теория на светлината, утвърдена от опита. ЕД е втора програма в теоретичната физика и при това конкурираща се, а не допълваща се с Д^[19].

Айнщайн пръв осъзнава областите на конфликти между фундаменталните теории, посочва ги и търси изход от тях.

Особено категоричен е конфликтът на Д и ЕД в явленията на разпространение на светлината (например в опита на Микълсън - Морли). Електронната теория на Х. Лоренц (ЕТЛ) е опит да се обединят Д и ЕД чрез компромис между континуалността на електромагнитните полета и дискретността на електричните товари (Нютонови частици). Но и тази теория е затруднена от светлината: опитът на Микълсън - Морли не може да бъде обяснен без допълнителни (ad hoc) хипотези^[20].

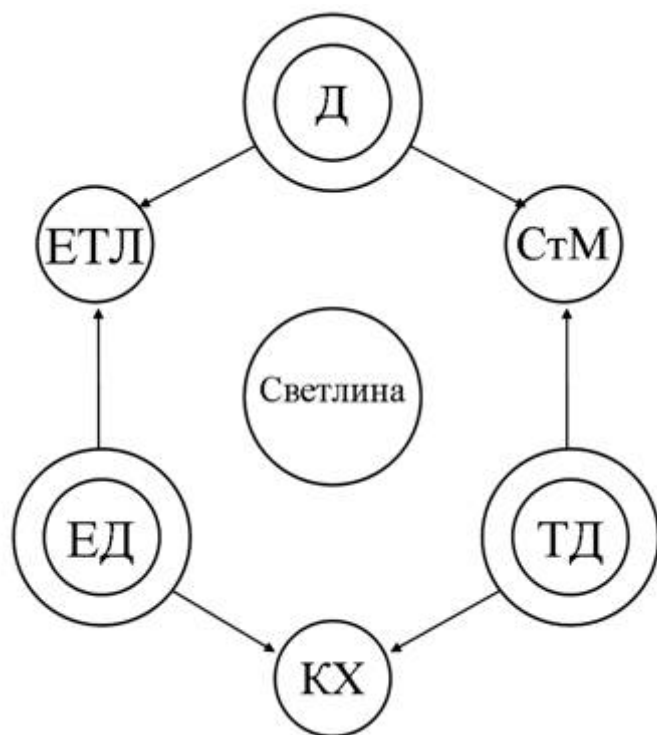
ТД и ЕД се сблъскват в проблема на черното лъчение. Изход от противоречието е хипотезата на Планк (1900 г.), който предполага, че енергията на системата от електромагнитни резонатори е съставена от дискретни порции - кванти. Така светлината отново лежи в корена на противоречието, което налага (отново ad hoc) хипотезата за квантите^[21].

Най-после Д и ТД се сблъскват не само на основата на кинетичната теория (където най-ярки са противоречията обратимост - необратимост и атомизъм - енергетизъм^[22]), но и по въпроса относно поведението на едно тяло под действието на светлинното налягане.

Следователно всички противоречия между фундаменталните теории произтичат от проблеми, свързани по един или друг начин все със светлината. Заварените от Айнщайн теории, представляващи опити за разрешаване на тези противоречия, са:

- (i) Противоречието Д + ЕД - електронната теория на Лоренц (ЕТЛ);
- (ii) Противоречието Д + ТД - статистическата механика (СтМ);
- (iii) Противоречието ТД + ЕД - квантовата хипотеза (КХ).

Казаното се илюстрира от Фиг. 1, в която ясно проличава симетричната връзка на теориите, заварени от Айнщайн, както и лежащият в центъра на тази връзка проблем на светлината.



Фиг. 1. Картина на теориите към *ANNUS MIRABILIS*: фундаменталните теории (Д - динамика, ЕД - електродинамика, ТД - термодинамика), техните противоречия, свързани със светлината, и опитите за решаване на тези противоречия (ЕТЛ - електронна теория на Лоренц, КХ - квантова хипотеза, СтМ - статистическа механика).

4. АЙНЩАЙНОВАТА ПРОГРАМА

Айнщайн никъде не предлага в явен вид подобна схема. Тя обаче може да се извлече от многобройните му по-късни публикации. Ако приемем, че такава схема лежи в основата на Айнщайновата изследователска програма към *ANNUS MIRABILIS*, ще стигнем до някои твърде любопитни заключения:

(1) Най-ранните публикации на Айнщайн^[23] - от 1901 г. до 1904 г. - представляват изследвания върху молекулно-кинетичната теория и статистическата механика. Тези изследвания са продължени в работите (2) и (3) от *ANNUS MIRABILIS*. За този цикъл от работи Айнщайн казва: “Моята главна цел беше да намеря такива факти, които по възможност по-надеждно да установят съществуването на атоми с определени крайни величини”^[24]. Това показва, че в тези изследвания Айнщайн е концентрирал усилията си върху частта от програмата, съдържаща Д-СтМ-ТД. Плод на тези изследвания са

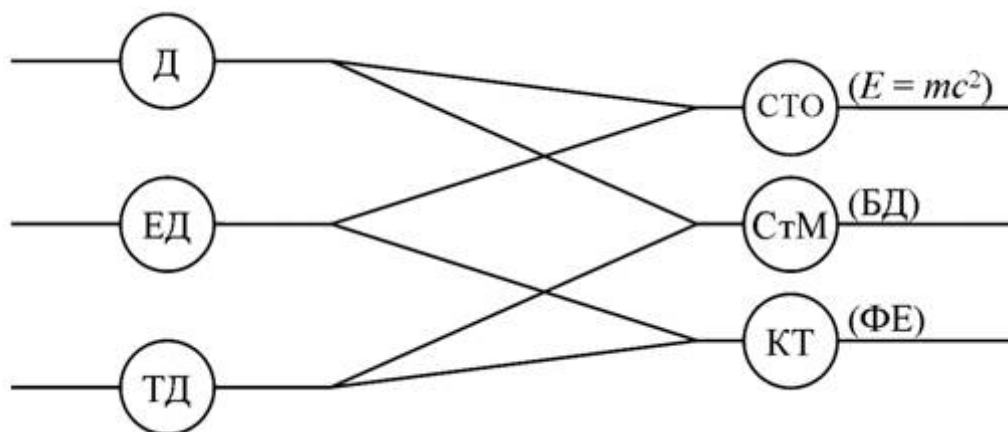
неговите резултати по теорията на флуктуациите и конкретно Брауновото движение. Така той стига до неопровержимо доказателство на атомистичната хипотеза^[25], а заедно с това се убеждава, че статистическата механика е в състояние да обедини черти на механичното и термодинамичното описание.

(2) Айнщайн пръв възприема (хипотезата на Планк за) квантите като физическа реалност и разглежда лъчението като съвкупност от независими кванти^[26]. Това му позволява да подходи към проблема на топлинното лъчение като към проблем за газ от частици - светлинни кванти - в затворен обем. Разглеждайки полупропускливо огледало в полето на такова лъчение (т.е. пластинка в газ от фотони), Айнщайн стига до получената в по-раншните си изследвания формула за средния импулс на Браунова частица. Това разглеждане ни извежда по естествен начин до проблемите на частта ЕД-КХ-ТД, в която Айнщайн конкретно изследва явленията фотоефект, фотойонизация и др. Така се утвърждава идеята за структурност на лъчението (корпускулен аспект на светлината) и на почвата на дилемата вълновост-корпускуленост на преден план се извежда противоречието Д-ЕД. Фотоефектът показва, че теорията на Максвел не е валидна за всички случаи, свързани с разпространението на светлината.

(3) Навлизайки в третата част на програмата, ЕД-ЕТЛ-Д, Айнщайн се опира на релативистичната инвариантност на ЕД^[27]. Но тъй като знае, че теорията на Максвел не е вярна във всички случаи (напр. фотоефекта), той изхожда от общия постулат за инвариантност на природните закони относно Лоренцовите трансформации. В построената от него специална теория на относителността (СТО), той постига обединение на Д + ЕД, което е свободно от недостатъците на ЕТЛ, а като следствие стига до връзката между енергията и инертната маса. Идеята за маса на лъчението на свой ред убеждава Айнщайн, че то притежава някаква структурност. Превръщането на светлинния квант $h\nu$ в енергия на електрона ε (и обратно) връща Айнщайн отново до фотоефекта^[28].

Така се затваря целият цикъл на програмата, в чийто център стои светлината. В този цикъл клетката ЕТЛ (Фиг. 1) е заменена със СТО, КХ вече е със статут на КТ, а в клетката на СтМ атомизмът вече се е превърнал от хипотеза в теория.

Айнщайн е имал силен усет не само за противоречията, но и за асиметрията в една теоретична постройка^[29]. Възможно е създадените от него три теории - СТО, БД и ФЕ - да са били резултат на подчертания му стремеж към унификация и симетрия на теориите - например във вида, предложен на Фиг. 2.



Фиг. 2. Унифицираната (и симетризирана) картина на физическите теории, възникнала след *ANNUS MIRABILIS*.

Иска ми се да вярвам, че тази картина на симетризирана унификация съдържа поне частично решение на загадката на Айнщайновата *ANNUS MIRABILIS*.

5. АЙНЩАЙНОВИТЕ АПОРИИ

Айнщайновата *ANNUS MIRABILIS* събира като във фокус цялото творчество на великия учен. В нея се съдържа както анализът на заварената от Айнщайн физична картина на света, така и неговата собствена научна програма. Център на тази програма, поне в началото, е въпросът за същността на светлината. Търсейки отговора, Айнщайн се изправя пред дилемите полета - частици, континуалност - дискретност, детерминизъм - случайност, обратимост - необратимост, които по дълбочина и острота напомнят древните апории на Зенон (непрестанно решавани и никога неразрешени). Айнщайн не само формулира своите апории (в знаменитите му дебати с Бор, с парадокса АПР и др.), но в разширената си програма, включваща ОТО, прави титанични усилия да ги разреши.

Това е грандиозна научна програма, адресирана към бъдещето. Тя не само показва, че всяка парадигма е само ограничен етап от познавателния процес, че “движението в науката е връщане назад към основите” (Хегел), но и че самото това движение е неограничено и когато се говори за “край на науката”, това просто означава край на съществуващата парадигма^[30].

ЦИТИРАНИЯ И КОМЕНТАРИ

[1] Паули, В. “Альберт Эйнштейн и его роль в развитии физики”. В: *Физические очерки*, “Наука”, М., 1975 (с. 183).

[2] (а) Карцев, Вл. *Нютон*. “Мол. гвардия”, М., 1987 (с. 88). (б) Manuel, F. *A Portrait of Isaak Newton*. USA, 1986 (Ch. 4).

[3] Макс фон Лауе в статията “Zu Albert Einsteins 70-tem Geburtstag”, (*Rev. Mod. Phys.*, v. 21 (1949) No 3, p. 348) говори за *Denkwürdige Jahre 1905* (забележителната 1905 г.) и за *Schicksalsjahre 1905* (съдбовната 1905 г.). А Стивън Уайнбърг в книгите си *The Discovery of Subatomic Particles* (W. H. Freeman & Co, NY, 1983) и *Dreams of a Final Theory* (Vintage, London, 1993) експлицитно говори за годината 1905 като за Айнщайновата *annus mirabilis*.

[4] Эйнштейн, А. *Собр. Науч. Трудов (СНТ)*, т. III. “Наука”, М. 1966 (с. 92).

[5] *ibid.* (с. 75).

[6] *ibid.* (с. 108).

[7] Эйнштейн, А. *СНТ*, т. I, “Наука”, М., 1965 (с. 7).

[8] *ibid.* (с. 36).

[9] Эйнштейн, А. *СНТ*, т. IV, “Наука”, М., 1967 (с. 78).

[10] De Broglie, L. *L'oeuvre d'Einstein et la dualité des ondes et des corpuscules*. *Rev. Mod. Phys.*, v. 21 (1949) N 3 (p. 345).

[11] Борн, М. “Статистические теории Эйнштейна”. В: *Физика в жизни моего поколения*, ИЛ, М., 1963 (с. 178). Тук Борн посочва, че Айнщайн е успял да издигне кинетичната теория на веществото от равнището на допустима, възможна и полезна хипотеза до нивото, на което тя получава наблюдаеми резултати.

[12] Паули, В. Цит. Съч. [1], с. 181.

[13] Эйнштейн, А. Цит. Съч. [4], с. 181.

[14] Эйнштейн, А. Цит. Съч. [9], с. 53.

[15] *ibid.* с. 265.

[16] *ibid.* с. 270.

[17] *ibid.* с. 78.

[18] *ibid.* с. 136.

[19] Трябва да се отбележи, че даже след създаването на квантовата и релятивистката теория научната общност е склонна да вижда в Нютон и Максвел “тандем на класическата физика”, а Максвел е смятан за “достоеен продължител на великото дело на Нютон”, без да се отбелязват противоречията между Нютоновата и Максвеловата картина на света (вж. статията на Н. Бор в: *James Clerk Maxwell: A Commemoration Volume*. Cambridge Univ. Press, 1931).

[20] Ейнштейн, А. Цит. Съч. [9], с. 334. Асиметричното обяснение на електромагнитната индукция, която зависи единствено от относителното движение на магнита и проводника, е съществен недостатък на теорията (на Максвел - Лоренц), тъй като "асиметрията не е присъща на явленията" (Айнщайн, цит. съч. [7]).

[21] Ейнштейн, А. Цит. Съч. [9], с. 9.

[22] С установяването (към средата на XIX в.) на универсалния закон за запазването на енергията във физиката възниква плодотворен метод на изследване, наречен енергетичен (а също термодинамичен и феноменологичен), който се абстрахира от вътрешните механизми на процесите и ги разглежда като енергетични превръщания. Към края на XIX в. този метод се абсолютизира във философския възглед на енергетизма (У. Ранкин). Според енергетизма фигуриращата в термодинамиката енергия трябва да се освободи от всякаква връзка с движението на молекулите, а понятието материя да се замени с понятието енергия. Връх на драматичния сблъсък на атомизма с енергетизма е самоубийството на Л. Болцман (1906 г.), който е отчаян от интелектуалната си изолация сред такива могъщи научни противници (енергетици) като Поанкаре, Оствалд, Мах и др.

[23] Първата си научна статия Айнщайн написва във вид на писмо до чичо си през 1895 г. Заглавието говори само за себе си: "Към изследването на етера в магнитно поле". В статията етерът се разглежда като елемент на физическата реалност наред с електричното и магнитното полета.

[24] Ейнштейн, А. Цит. Съч. [9], с. 275.

[25] Даже Оствалд е принуден да признае (в предговора към поредното издание на "Основи на химията", 1913 г.): "Отделянето и преброяването на газови йони и съгласието на Брауновото движение с кинетичната хипотеза убеждават и най-предпазливия учен в експерименталната доказаност на атомната теория на материята. Така атомната хипотеза беше издигната до положението на добре обоснована теория". (Срв.: Millikan, R., *Rev. Mod. Phys.*, v. 21 (1949) N 3, p. 343).

[26] Може да прозвучи твърде странно, но Планк, който през 1919 г. получава Нобеловата награда "за откриването на квантите на енергията", се е отнасял с огромно недоверие към самата идея за скокообразност и прекъснатост. Повечето физици от началото на века са споделяли този скептицизъм. И затова, когато въвежда квантуването, Айнщайн среща силна съпротива. Примерите за това са много.

Дори в Нобеловата си реч (1920 г.) Планк подчертава колко неприемливо ("чудовищно и почти недопустимо") е за него като класически мислещ физик схващането, че честотата на светлинния квант може да бъде различна от честотата на излъчващия електрон.

А през 1913 г., когато четирима най-изтъкнати немски физици - Планк, Нернст, Рубенс и Вартбург - препоръчват Айнщайн за член на Берлинската академия на науките, те между другото пишат: "Сред големите проблеми, с които е така богатата съвременната физика, няма нито един, спрямо който Айнщайн да не е заел своя значителна позиция. Затова той не трябва да бъде упрекван прекалено силно, че в

разглежданията си понякога излиза извън границите на целта, както е например с неговата хипотеза за светлинните кванти” (к.м.). Цитат по М. Борн [11], с. 371-2.

Планк неслучайно нарича хипотезата за светлинните кванти “Айнщайнова”. Самият той я възприема по-скоро като удобно средство за описване на черното лъчение. Затова уверено може да се каже, че именно трудът на Айнщайн от 1905 г. поставя началото на квантовата теория.

[27] Эйнштейн, А. Цит. Съч. [7], с. 81.

[28] Откритият от А. Комптън ефект (1922 г.) се обяснява с релативистичните формули на Айнщайн за електрона: $\varepsilon = mc^2$, $p = mc$, $m = m_0/(1 - v^2/c^2)^{1/2}$ и с квантовите формули за фотона: $\varepsilon = h\nu$, $p = h\nu/c$.

[29] Byrne, P. H. “The Origins of Einstein’s Use of Formal Asymmetries”. *Annals of Science*, v. 38 (1981) 191-206.

[30] Бушев, М. “Тезата за ‘край’ на науката и интердисциплинността”. *Светът на физиката*, N 2 (1995).

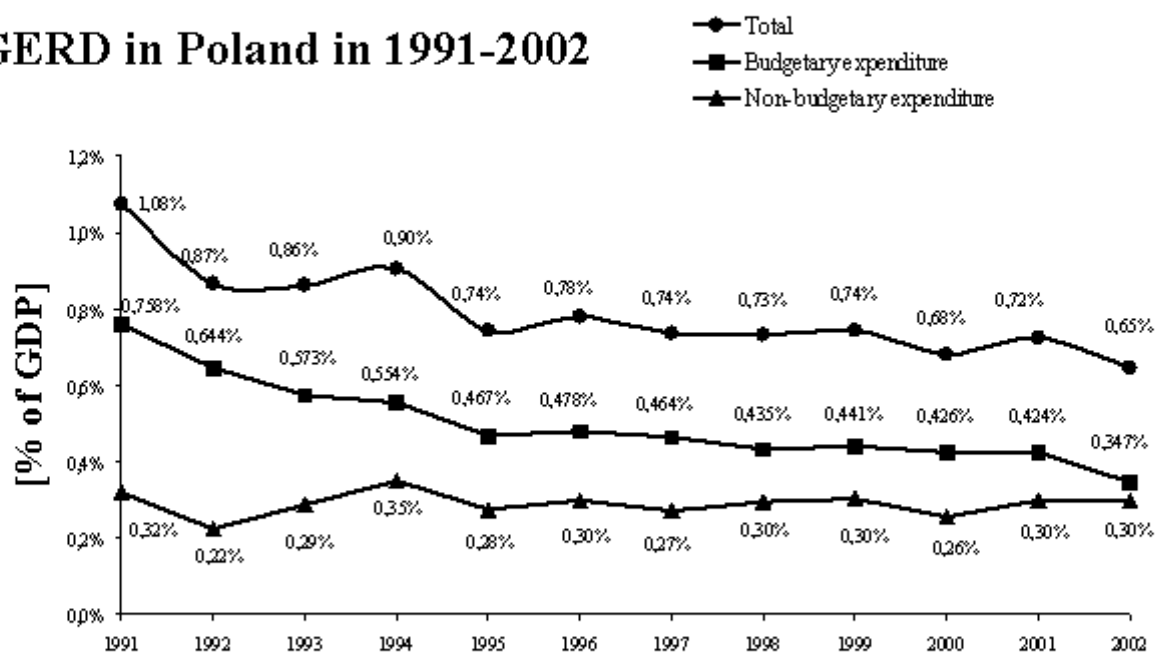
(С малки съкращения по: M. Bushev, “A Note on Einstein’s Annus Mirabilis”. *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, v. 25 (2000) No 3)

ОРГАНИЗАЦИЯ И ФИНАНСИРАНЕ НА НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ПОЛША СЛЕД 1990 г.

Полша е една от източноевропейските страни, които през 2004 г. ще станат пълноправни членки на Европейския съюз (ЕС). Това поставя сериозни изисквания пред организацията, финансирането и конкурентноспособността на полската наука. Но докато в научните среди добре се разбира, че едно бързо модернизиране на страната е невъзможно без всеобхватно развитие на полската наука, то обществото и политиките продължават да бъдат скептични относно непосредствената полза от инвестирането в научни изследвания.

За последните десет години бюджетните средства, отделяни за научни изследвания, систематично намаляват и през 2002 г. са едва 50 % от тези през 1991 г. (Фиг. 1). И това при условие, че още през 1991 г. средствата, отделяни за научни изследвания, са оценени като крайно недостатъчни и излагащи на опасност цялостното развитие на икономиката.

GERD in Poland in 1991-2002



Фиг. 1. Финансиране на научните изследвания в Полша като % от БВП

През 2002 г. бюджетът на Държавния комитет за научни изследвания се е равнявал на 670 млн. €. Приблизително още толкова средства идват от други източници, главно от ЕС.

Това финансиране е много по-малко отколкото е средното финансиране на научните изследвания в страните от ЕС и даже от финансирането в някои съседни източноевропейски страни (Табл. 1).

Таблица 1. Финансиране на научните изследвания в страните от ЕС и в някои източноевропейски страни

East-West divide: science and technology benchmarks across Europe

	<i>R&D spending</i> <i>(% of GDP, 1999)</i>	<i>Annual scientific publications</i> <i>per million population (1999)</i>	<i>High-</i> <i>(% of total)</i>
European Union	1.93*	755	
Poland	0.75	221	
Czech Republic	1.24	352	
Hungary	0.69	370	
Romania	0.40	70	
Slovak Republic	0.66	293	
Slovenia	1.51	577	

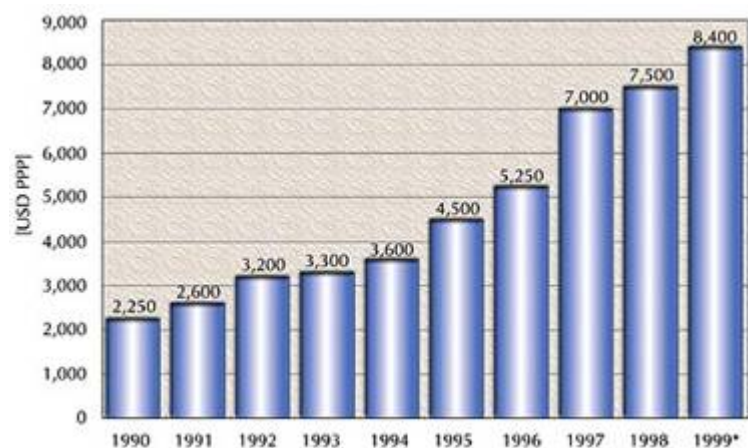
Source: European Commission; *2000; †1999.

Както е известно, на Лисабонската си среща през март 2001 г. лидерите на ЕС приеха една амбициозна програма за превръщането към 2010 г. на европейската икономика в най-конкурентноспособната и най-динамично развиващата се икономика в света. На тази среща е признато, че постигането на тази амбициозна цел изисква отделянето на около 3 % от БВП за научни изследвания.

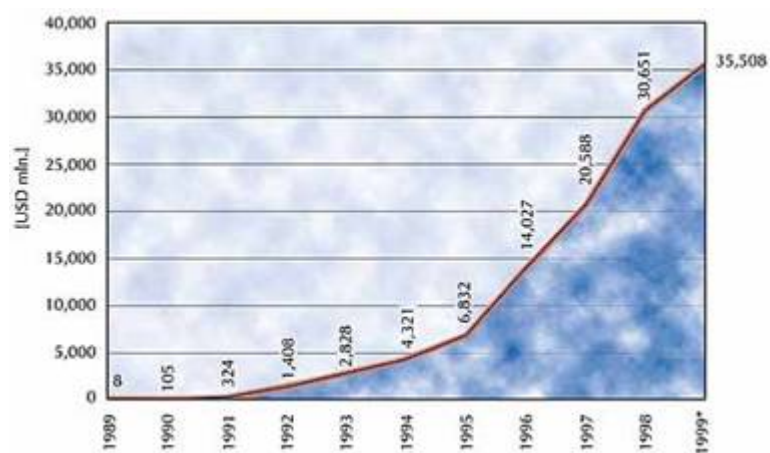
За страна като Полша това означава едно увеличение на разходите за наука 4,5 пъти до 2010 г. Предвид на финансовото състояние на страната обаче, не може да се очаква значително увеличение на средствата, отделяни за наука през следващите години. Това се смята за тежък проблем при присъединяването на Полша към ЕС.

Известно е, че в наши дни знанието става един от най-важните фактори за постигането на икономически растеж. Говори се за базирана върху знания икономика. Особено важна е ролята на науката в иновациите.

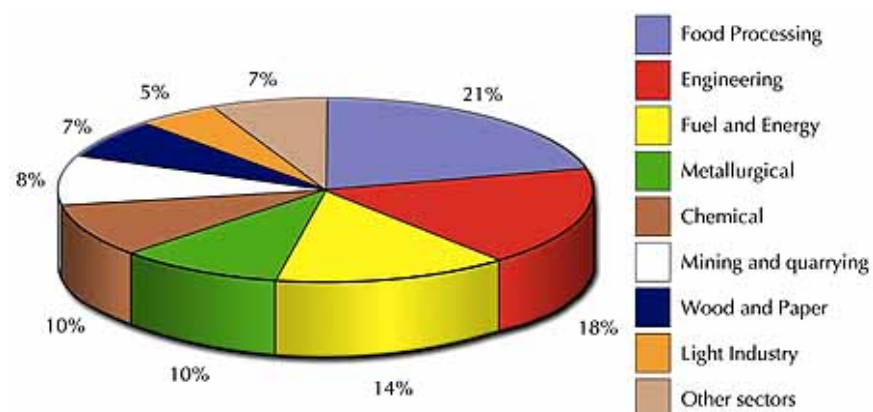
Традиционно силни в Полша са: приложната физика, химията, математиката и инженерните науки. За съжаление полската промишленост не е развита до степен, че да може “да поглъща” получените научни резултати. Някои статистически данни за развитието на Полша през последното десетилетие са приведени на Фиг. 2 - 4.



Фиг. 2. БВП на глава от населението в Полша



Фиг. 3. Чуждестранни инвестиции в Полша



Фиг. 4. Структура на полската икономика

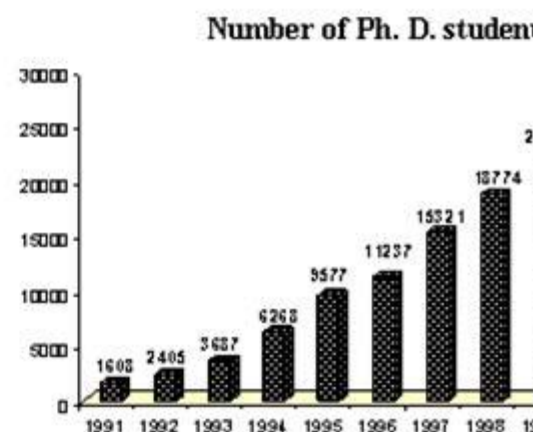
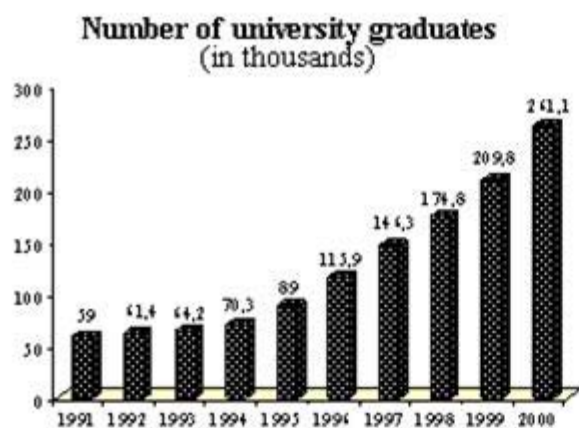
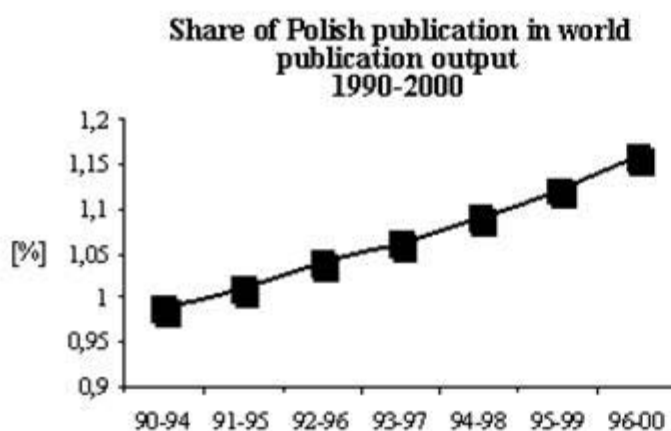
Поради ограниченото бюджетно финансиране е изключително важно ефективното използване на средствата. В съответствие с новата икономическа политика на полското правителство и приоритетите на ЕС са определени следните приоритетни области на научни изследвания:

- биотехнологии и генно инженерство;
- информатика и телекомуникации;
- микроелектроника и нанотехнологии;
- роботика и автоматизация;
- нови материали;
- алтернативни и възобновяеми източници на енергия;
- здравеопазване и опазване на околната среда.

Надеждите са, че след присъединяването на Полша към ЕС финансовото състояние на полската наука ще се подобри. Погледите са отправени главно към европейските структурни фондове, които имат за цел изравняването на стандартите на живот и икономическо развитие в различните региони на Европа. Досега тези фондове са се използвали главно за развитието на инфраструктурата. Сега надеждите са, че съществена част от структурните фондове ще се използват за развитие на приложните научни изследвания.

Освен това присъединяването на Полша към ЕС ще отвори за страната европейския пазар с неговите големи възможности.

Препоръчва се също увеличаване на финансирането на научните изследвания в университетите. Ситуацията в полското висше образование изглежда много по-благополучна. За последните десет години броят на студентите е нараснал 4 пъти, а броят на защитените докторски дисертации - 3 пъти (Фиг. 5). Над 33 % от младите хора на възраст между 18 и 24 г. постъпват във университети и висши училища.



Фиг. 5. Статистически данни за полското висше образование

Засега в организацията на науката няма значителни промени. Присъединяването на Полша към ЕС обаче ще изправи полските учени пред суровата конкуренция на европейската наука. Адаптирането няма да е лесно в една научна общност доминирана от поколение, изградило своята кариера по времето на социализма.

Проектът за реформа в организацията на научните изследвания предполага, че още през тази година Държавният комитет за научни изследвания ще се трансформира в Министерство на науката. Това министерство ще се занимава и с важния проблем за компютеризацията на страната.

Предлага се преминаването към договорната система, съпроводена с една много строга оценка на резултатите от изследванията.

Досегашната практика е, че след защитата на докторска степен един учен се смята за “бетониран” до пенсия. 90 % от полските професори се пенсионира в същите научни институти, в които са започнали своята кариера. А всъщност един учен непрекъснато трябва да доказва, че е добър.

Главният проблем е, че в Полша се поддържат институции, а не изследователски екипи.

В същото време много учени смятат, че страната още не е готова за преминаване към договорна система. Несъмнено има и известен страх сред академичната йерархия, че ще загуби власт и влияние.

Предлага се също оценяването на изследователските проекти да се осъществява на международна база. Вече има усилия в тази посока – в някои области предложенията за финансиране на проекти се дават на английски език и се оценяват не само от поляци, но и от чуждестранни рецензенти.

В Полша вече има успешни опити ръководителите на научни звена да се избират при една отворена международна конкуренция от международно жури. Вече има и отделни примери за привличането на известни чуждестранни учени на работа в полски научни институти.

Стремежът е чрез реформиране на организацията на научните изследвания и подобряване на финансирането на науката да се привлекат обратно много от най-добрите полски учени, които сега работят в чужбина. Оценява се, че 50 % от младите полски учени сега работят в САЩ.

Един положителен пример е създаденият през 1997 г. във Варшава на Международен институт за молекулна и клетъчна биология. Този институт е създаден по модела на националните научни центрове на САЩ и е отворен за международна конкуренция.

Търсят се и механизми, които да накарат бизнеса да инвестира в научните изследвания чрез преференции и поощряване на иновациите.

По материали от Internet: **Динко Динев**

НАУКА И ТЕОЛОГИЯ

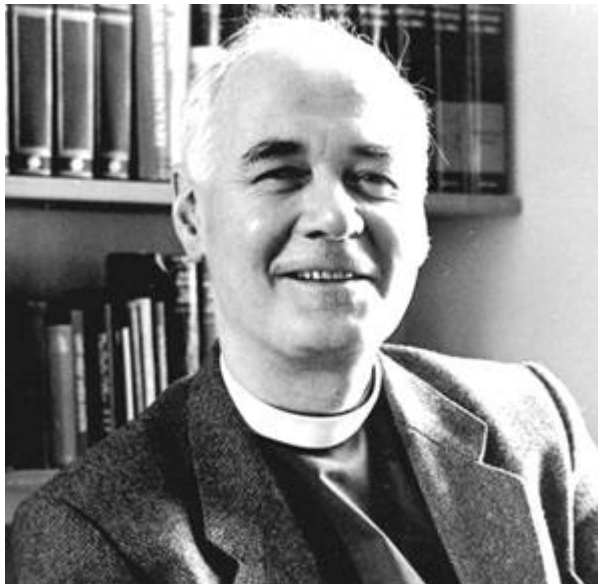
Наука и теология – една тема присъствала в живота и мисленето на много от големите учени на нашето съвремие; една тема, отхвърляна по време на голяма част от нашия живот, една тема заобикаляна и през последните години, когато цензурата е премахната, но навиците остават... Но дискусиите и обсъжданията на тази тема, макар и приглушени и не в центъра на бурното развитие на природните науки, не стихват и занимават мислите на големите учени. Редколегията на “Светът на физиката” чувства риска и поема отговорността в няколко последователни статии да запознае читателите с различните гледни точки на големите физици на миналото столетие – Айнщайн, Файнман, Хайзенберг, Паули, Планк и др., както и на наши съвременници по тази тема.

Започваме със статията на проф. Джон Полкингхорн (Rev. Dr John Polkinghorne KBE FRS) “...” (1993 г.), показателна и представителна в много отношения. Джон Полкингхорн е професор по теоретична и математична физика в Кинг Колидж, Кеймбридж, Англия, Президент на университета (1989 г.), член на Британската Кралска Академия (FRS, 1974 г.) и Рицар на Британската Империя (КВЕ, 1997 г.). Роден е през 1930 г. в Уестън, Англия, завършва физика в Тринити Колидж, Кеймбридж, като студент на Дирак през 1954 г. и от 1958 г. е преподавател, а от 1968 г. - професор по математична физика в Кеймбридж. Автор на множество научни публикации, със значими приноси в квантовата теория на полето и физиката на елементарните частици и техните взаимодействия при високи енергии. Автор на две монографии “Теория на аналитичната S-матрица”(1966 г.) и “Модели на процесите при високи енергии” (1980 г.). През 1979 г., на върха на творческата си активност, Полкингхорн приема духовен сан в англиканската църква, следва и се дипломира в Westcott House и през 1981 г. е ръкоположен за куратор в църквата St Andrews Chesterton в Кеймбридж; по-късно (1984 - 1986 гг.) той е викарий в църквата в Canterbury, а след това – капелан на Trinity Hall, Кеймбридж. Заемал е ръководни постове в множество държавни и обществени научни и религиозни организации, почетен доктор на различни английски и чуждестранни университети. Автор е на няколко книги с тематика за отношенията на науката и религията в съвременния свят: “The Way the World Is”, “One World, Science and Creation”, “Science and Providence”. Джон Полкингхорн е уважаван учен, който не се бои да задава трудни въпроси. Каква е ролята на Бога в един свят, подчинен на законите на науката? На какъв тип молби може да се очаква, че Бог ще откликне? Както сам казва, вярата му не иде от физиката, а от персоналното му общуване със самия Христос. Запитан дали поради предишните си научни занимания не гледа с пренебрежение на теологията, той отговаря: “Нищо подобно. Теологията е много по-трудна от физиката, особено тази на училищно ниво, която отдавна е покрита с прах. Теологията никога не може да се покрие с прах”.

Бележка на главния редактор

РЕЛИГИЯТА В ЕРАТА НА НАУКАТА

Джон Полкингхорн, Queens' College, Cambridge



Прекарал съм по-голямата част от живота си като физик-теоретик, а цялото си съзнателно съществуване като част от вярващата и отдадена на Бога и църквата общност, така че съм в състояние да приема и обсъдя напълно сериозно възможността за религиозна вяра в съвременната епоха на научен подем. Но мисля, че за да може вярата да бъде възприета без вътрешни противоречия, трябва да бъдат изпълнени следните две условия:

1. Трябва да се вземат предвид известните научни данни за характера и предисторията на физичния свят, в който живеем. Разбира се, науката не може да съветва религията по въпросите на вярата, нито пък религията – науката за очакваните резултати от научните изследвания. Тези две дисциплини се отнасят до различни страни на човешкото битие: в единия случай – до нашата среща с един неодушевен физичен свят, който ние превъзхождаме; в другия – одухотворената среща с Онзи, който ни превъзхожда. Те използват различни методи: в единия случай – всяко нещо се подлага на експериментална проверка; другият случай е обричане във вяроност, изпълваща и доминираща всички наши лични срещи, както с хората, така и с реалността на Бога. Те задават различни въпроси: в единия случай – как се случват нещата, по какъв начин?; в другия – защо се случват нещата, с каква цел? Въпреки че това са два различни въпроса, все пак нашите отговори на всеки от тях би трябвало да носят някаква съгласувана връзка помежду си. Ако аз твърдя, че целта ми е да създам прекрасна градина, а същевременно ви обясня, че смятам да постигна това като покрия почвата с шест инча дебел зелен бетон, то вие с основание бихте се усъмнили в истинността на моите намерения. Фактът, че сега вече знаем, че Вселената не е създадена в готов вид преди няколко хиляди години, а е еволюирала в продължение на петнайсет милиарда години след своето огнено начало – Големия взрив, – не отхвърля

християнското учение за света като Божие творение, но във всички случаи той внася някои промени в интерпретацията.

2. Необходимо е да осъзнаем, че религиозната вяра, точно както и научната вяра, представлява мотивирано разбиране за това как са устроени нещата. Разбира се, религиозната позиция изисква пълно доверие, докато научният подход се гради на експерименталното изучаване на явленията от физична гледна точка. Но пълното доверие не означава да си затворим очите, да стиснем зъби и да повярваме в невъзможни неща. То наистина представлява скок, но не в тъмното, а скок към светлината. То е открито за корекции при все по-дълбокото вникване на човека в Божиите замисли.

Учените не задават въпроса “Разумно ли е това?”, като че ли отнапред им е известно как трябва да бъде устроен светът. Те знаят добре, че когато се намират в режим извън всекидневния опит, могат да се очакват всякакви изненади. Здравият разум не може винаги да ни служи като критерий. Не сме достатъчно умни, за да виждаме много далеч напред. Поради това правилно зададеният научен въпрос е: “Кое ви кара да мислите, че това може да е така?”. Както виждате, той се различава от въпроса “Разумно ли е това?” и дава възможност за задълбочаване на нашето разбиране за устройството на нещата. Нека ви дам един пример за възможните изненади, които физичният свят е приготвил за нас. Ако аз ви кажа “Бил е у дома и е или пиан или трезвен”, вие ще очаквате да намерите Бил в къщи или пиан или трезвен. Това изглежда тривиално и очевидно; учените хора биха казали, че вие използвате дистрибутивния закон на логиката. Колкото и да е странно аналогичен аргумент, приложен към квантовия свят, ще се подчинява на друга логика. Защо същото да не става и при среща с Божествената реалност?

Разяснявайки моята християнска вяра в една епоха на научен разцвет, аз разбирам, че тя трябва да бъде добре мотивирана и основана на факти, които могат да бъдат посочени. Центърът на тежестта на моята вяра се крие в срещата ми с фигурата на Исус Христос такава, каквата я виждаме в Евангелията, в свидетелствата на църквата и в нейните свещени тайнства. Това е сърцевината на моята християнска вяра и надежда. Все пак, в спомагателен и допълнителен план, съществуват някои знаци за Божието присъствие, произтичащи от нашето научно познание. Самият начин, по който ние отговаряме на въпроса “Как?”, се оказва, че неизбежно води и до въпроса “Защо?”, така че науката сама по себе си не се оказва напълно интелектуално удовлетворителна. Останалата част от тази лекция ще бъде посветена на скицирането на най-важните факти, подкрепящи религиозния възглед, които са ни станали достъпни в тази ера на науката.

Характерна черта на научната мисъл е стремежът към синтетичност. Ние се стараем да постигнем най-единното възможно научно обяснение. Именно тази е движещата сила в моята стара област, физиката на частиците, която търси да открие великата единна теория – ВЕТ. Така че инстинктът кара учения да търси най-икономичното и същевременно най-общото разбиране, което е възможно, единното разбиране на света. Аз всъщност съм убеден, че най-великата единна теория, която по принцип може да се постигне, е теологичното разбиране за света. Теологията е импулсът, който ни води към най-дълбокото и най-съвършено разбиране на известната ни картина на реалността. Ако се заемем да търсим такава теория, съществуват две възможни стратегии. Всяко от двете обяснения зависи от някои фундаментално необясними предположения. Нищо не

идва от нищото. Това е вярно и в интелектуален аспект и затова всяка теория на света се основава на някакви фундаментални допускания, върху които се гради цялата конструкция. Съществуват две основни стратегии, съответстващи на два възможни избора на фундаменталните факти (които няма да бъдат обяснявани). Първо, може да се вземе като изходно положение суровият факт за съществуването на заобикалящия ни физичен свят. По такъв начин постъпва например Дейвид Хюм. Приема самия факт за съществуването на материята като база, която не се доказва. Другата възможност е да се приеме и постави в основата суровият факт (доколкото този термин е подходящ), за Бога. С други думи, човек може да се опира на волята на Някого, на замисъла на Създател, като фундаментален изходен и необясним факт на теорията за битието. Първият подход е стратегията на атеизма. Вторият подход е стратегията на теизма. Аз бих желал тук да защита втората стратегия и да обясня защо вярвам, че ако сме водени от желанието да достигнем до най-дълбокото и единно разбиране за света, то може да се постигне единствено в рамките на схема от понятия, която включва вярата в Бога.

Ако сме решили да изхождаме от суровия факт за съществуването на физичния свят, тогава този свят може да бъде описван, поне частично, посредством законите на науката. В такъв случай, ако приемем, че това е удобна изходна точка, ние би трябвало да се чувстваме интелектуално удовлетворени от тези закони, които осигуряват интелектуално убежище както и фундамент, върху който да построим цялото си познание за света. Първото важно обстоятелство, на което искам да обърна внимание, е, че според мен, ако вземем строго дефинираните от науката природни закони и ги огледаме много внимателно, ще установим, че те не са достатъчно интелектуално удовлетворителни сами по себе си. Те не са достатъчно самосъгласувани, че да осигурят едно уютно интелектуално убежище или пък да послужат за естествен фундамент на нашата вяра. Те като че ли съдържат едно особено качество, както ще обясня по-долу, което всъщност ни извежда извън техния обхват. С други думи, от самото научно разбиране за света произтичат въпроси, които изглежда че ни отвеждат отвъд науката, към едно по-дълбоко ниво на осмисляне. Ще ви дам два примера за това.

Първият пример, това е един факт за физичния свят – факт, добре познат на всички, и всъщност именно онзи факт, който прави всяка наука възможна. През повечето време ние го приемаме като даденост, но ако се замислите по този въпрос, аз смятам че ще се съгласите, че това не е нещо тривиално. Става дума за следното: че сме в състояние да проумеем физичния свят и че той се оказва разбираем за нас. Нещо повече, оказва се че именно математиката е ключът за разгадаване на фундаменталната структура на физичния свят. Математиката всъщност представлява един инструмент на теоретичната физика, която многократно е доказвала своята полезност в историята на тази наука и е служела за създаване на теории, които, представени в математична форма, са елегантни и функционални. С други думи ние търсим такива теории, които притежават математическа красота. Нашето очакване е, че точно математически изящните теории са тези, които най-добре описват структурата на света, в който живеем.

Ако имате приятел физик-теоретик и искате да го засегнете дълбоко, може да му кажете: “Твоята последна теория ми изглежда много тромава и изкуствена”. Това страшно ще го обиди, защото вие всъщност му казвате: “Тя не притежава най-важното и неотменно качество – математическата красота”. Когато използваме математиката като ключ към тайните на Вселената, се случва нещо много особено. Защото по своята същност математиката представлява свободно изучаване на човешкия ум. Нашите приятели математиците извличат от собственото си въображение прекрасни

математически построения. Ако математиката не е вашата област, можете да си я представяте като инструмент за създаване и анализиране на умозрителни конструкции. Интересното е, че някои от най-прекрасните конструкции, създадени от математиците, се оказва, че действително фигурират в структурата на заобикалящия ни физичен свят. Или, с други думи, съществува някаква дълбока връзка между вътрешния разум (рационалността на нашия ум – в този случай математиката) и външния разум (рационалната подредба и структура на физическия свят около нас). Двата вида разум прилягат един към друг както е при ръкавицата. Ако се замислите по този въпрос, вярвам ще установите, че това е един много важен факт. По този повод Айнщайн казал: “Единственият неразбираем факт за Вселената е това, че тя е разбираема”. Защо нашият разум е устроен така прецизно и адекватно, че да може да разгадава устройството на света около нас?

Разбира се, в такъв случай вие може да свиете рамене и да кажете: “Ами за щастие на тези, които владеят математиката, това се оказва просто така”. Обаче моят инстинкт на учен, т.е. човек, който се стреми към разбиране, не ми позволява да се задоволя толкова лесно. Аз бих искал да повтора въпроса, зададен навремето от прочутия физик теоретик Юджийн Уигнър “Защо математиката е толкова необосновано ефективна при разбирането на физическия свят?”. Вие бихте могли да отговорите: “Много просто – еволюционната биология може да обясни всичко”. Ако нашият разум не прилягаше на околния свят, ние просто нямаше да оцеем в борбата за съществуване. Това безспорно е вярно, но само до известна степен. То е вярно за нашия всекидневен живот, в който ние трябва да се научим да избягваме дърветата и камъните по пътя си, вярно е също така за нашите всекидневни математически потребности, включващи малко аритметика и Евклидова геометрия. Но когато говорим за възможностите на математиката да прояснява и обяснява целия физичен свят, вече не става дума за всекидневни неща. Нека вземем например неинтуитивния и непредставим квантов свят. Ние не можем да го визуализираме, но можем да го разберем и затова ни е необходима твърде абстрактна математика, в крайна сметка математиката на спонтанно нарушените теории на калибровъчните полета.

Пол Дирак създаде квантовата теория на полето, която е от фундаментално значение за разбирането на нашия физичен свят. Не мога да повярвам, че способността на Дирак за изобретяване на тази теория или пък способността на Айнщайн да изобрети общата теория на относителността, е някакво ехо от натрупания опит от нашите предци в борбата им със саблезъбите тигри. Струва ми се, че тук имаме работа с нещо много по-дълбоко и по-тайнствено. Моята цел е да проумея защо вътрешният разум и външният разум са в такава дълбока хармония. Религиозната вяра ми дава напълно разумно и напълно удовлетворително обяснение на този факт. Тя казва, че вътрешният разум и външният разум имат общ произход – това е много по-дълбокият разум на Създателя, чиято воля стои в основата както на моя умозрителен опит, така и на моя физичен опит. За мен това е една илюстрация на огромната мощ на теологията да дава отговори на въпроси, касаещи разбираемостта на света, която по принцип се осигурява от науката, но чиято обосновка излиза извън рамките на науката. Припомнете си, че науката просто приема, че светът е разбираем. Теологията обаче е в състояние да обясни именно този факт.

За да обобщим изложеното дотук можем да кажем, че когато съзерцаваме разумния порядък и хармонична красота на физическия свят, ние виждаме един свят, проникнат от белезите на разума. В тях религиозният вярващ разпознава проявленията на висшия

разум на Създателя. По такъв начин аз смятам, че нашата жажда за все по-дълбоко разбиране неминуемо ще ни отведе отвъд границите на науката и ще направи самата наука – както и суровия факт за априорното съществуване на физичния свят – едно недостатъчно удовлетворително интелектуално убежище.

Нека ви дам още един пример – едно научно откритие от по-специфичен тип, направено през последните 30 или 40 години. Вече бяхме започнали да се замисляме върху това колко интересна е историята на Вселената. Тази история започва преди 15 милиарда години, при това по един много прост начин. Една от причините, поради които космолозите са в състояние да говорят с такава увереност за ранната Вселена, е именно тази простота – една разширяваща се топка енергия. Обаче светът, заченат така просто, се е обогатил и усложнил неимоверно много в течение на своята дълга еволюция, достигайки до най-интересните (познати на нас) производни на тази еволюционна история – вие и аз. Вие и аз сме най-сложните физични системи, които ние самите сме забелязали при нашите изследвания върху Вселената. И така, историята на Вселената се е оказала учудващо плодотворна и ние сме съумели да проумеем много от стъпките на този плодоносен еволюционен процес. Когато се замислим върху тези стъпки и нашето разбиране за тях, достигаме до едно много изненадващо заключение.

Учените провеждат своите интелектуални игри, водени от сериозни намерения. Тяхната игра е такава: когато мислим за Вселената, в която живеем, ние се стараем да я характеризираме чрез някакви научни закони и някакви сили, които участват в тези закони. Така например ние живеем във Вселена, която съдържа гравитацията, при това не произволна, а гравитация от точно определен тип и с определена сила. Конкретната величина на гравитационната сила е вградена в тъканта на нашата Вселена, в самата спецификация на типа свят, в който живеем. Това всъщност е една много слаба сила, според нашата обща измерителна скала. Вие може и да не повярвате това, особено ако някога ви се случвало да излезете навън през прозореца на втория етаж, но тя наистина е слаба. В тази връзка бихме могли да разсъждаваме по следния начин: “Каква ли би била Вселената и каква щеше да бъде нейната еволюционна история, ако гравитацията беше малко по-различна – по-силна или пък малко по-слаба, – отколкото е сега”. Подобни игри са възможни и с останалите фундаментални природни сили. Може да вземем електромагнетизма – силата, която задържа материята компактна и запазва формата на отделните тела. Бихме могли да се запитаем: “Каква щеше да бъде Вселената, ако електромагнетизмът беше по-слаб или пък ако беше по-силен?” и т. н. Ние можем да се забавляваме, задавайки си всичките тези въпроси, но от тях се получава един много изненадващ извод. Ако фундаменталните физични закони не бяха точно такива, каквито са в момента, историята на Вселената щеше да бъде коренно различна и съвсем безинтересна и безплодна. С други думи само една много специална Вселена, много точно настроена, една Вселена измежду трилион други, би била в състояние да претърпи тази удивително плодотворна еволюционна история, която от една първоначална топка енергия, е довела в края на краищата до възникването на днешния свят, част от който сме вие и аз. Това прозрение се нарича антропен принцип – свят, способен да роди антропоиди (сложни същества, с качествата на мъже и жени) е една изключително специално подбрана Вселена. Това е едно много изненадващо откритие!

Ще се опитам да илюстрирам защо смятаме, че това е така. За да може Вселената да роди живот, в нея трябва да има звезди. При това звезди от точно определен тип. Звездите изпълняват две функции, които са абсолютно необходими за една

плодотворно еволюираща Вселена. Едната е да могат да действат като дълготрайни и стабилни източници на енергия. В основата си всичката енергия, която използваме на Земята, идва от Слънцето или директно, или индиректно посредством натрупаните в земните недра горива. Слънцето гори стабилно вече пет милиарда години и ще продължи да гори приблизително още толкова. Слънцето е абсолютно необходимо за развитието на живота на Земята. Нужни са дълготрайни енергийни източници, защото за развитието на живота са необходими милиарди години, а те трябва да са и стабилни, защото звездите, които рязко променят интензитета си или ще изгорят живите същества, или пък ще ги замразят. Така че вие се нуждаете от дълговечни и стабилно светещи звезди. Сега вече е известно какво кара звездите да горят по този начин. В основата си това е равновесието между силите на гравитацията и на електромагнетизма. Ако някоя от тези сили беше с различна величина, това би нарушило равновесието в тези звезди. Вие или ще имате звезди, които изгарят много бързо, т.е. горят само няколко милиона години, вместо няколко милиарда, или пък звезди прекалено турбулентни и нестабилни, които ще се разгарят прекалено силно и бързо ще угасват, което би било катастрофално. Никакъв живот не би могъл да възникне и да се развие в такава Вселена. Сега виждате, че никак не е лесно да се конструира плодотворна Вселена. Необходимо е да се подбере точно определено съотношение между стойностите на електромагнитната и гравитационната сила, за да се получат от звездите подходящи енергийни източници за поддържане на живот. Но това съвсем не е всичко, защото звездите изпълняват и друга, изключително важна роля. Ядрените пещи, които горят в недрата на звездите, са източник на всички химични елементи, съставляващи суровия материал на живота. Ранната Вселена е много проста и точно поради това тя поражда само прости последствия. В действителност много ранната Вселена е била в състояние да произведе само двата най-прости химични елемента – водород и хелий. А те самите не са способни да породят достатъчно химични вещества, необходими за появата на живот. По-конкретно, необходима е химията на въглерода, която е в състояние да създаде всички тези изключително сложни макромолекули, изграждащи живите организми. Всеки въглероден атом, който сега се намира във вашето тяло, някога преди е бил в недрата на някоя звезда. Ние всички сме създадени от пепелта на угасналите звезди. Единственото място, където е възможно да се произведат тези по-тежки елементи, които са от решаващо значение за живота, е в недрата на звезди от подходящ тип и съвсем не е лесно да накарате звездите да свършат тази работа. Замислете се по този въпрос. Необходимо е преди всичко да получите въглерод, като накарате три хелиеви ядра да се слеят в едно. Това е много трудна задача, която е зависима от някои много специални свойства на ядрените сили. Нека допуснем, че сте се справили с тази задача. Не може да се задоволите с това и да спрете дотук, защото само въглерод не е достатъчен. Вие трябва да направите и много други елементи. Например трябва да създадете кислород. Това означава да накарате още един хелиев атом да се слее с въглерода, който вече е създаден, за да го превърнете в кислород. Но трябва да внимавате да не прекалите. Не бива да превръщате всички въглерод в кислород, защото така ще останете без необходимия въглерод. И така вие трябва да спазвате всички условия за равновесие, вървейки към все по-тежките елементи, докато стигнете до желязото. Ако сте съумели правилно да настроите ядрените сили, тогава ще сте в състояние да изработите в звездите всички по-леки елементи, включително желязото, но не и по-тежките, защото желязото притежава най-стабилното ядро от всички елементи. И така, остават ви още два проблема за разрешаване. Единият от тях е да изработите по някакъв начин някои от по-тежките елементи от желязото, а другият е да съумеете да направите достъпни и по-леките елементи, които вече сте създали, защото

всички те са необходими за живота. Няма никаква полза от това да създадете въглерод, кислород и всичките останали елементи и после да ги оставите заключени в изстиващото ядро на една умираща звезда. Вие ще сте създали елементите, но те няма да могат да послужат за възникване на живот. Трябва да направите така вашите звезди, че когато достигнат до края на своя естествен живот, който е около 10 милиарда години, някои от тях да експлодират като супернови и по такъв начин да разпръснат далеч от себе си изработените от тях химични елементи. Ние всички сме направени от звезден прах, а за да го има този звезден прах, са необходими звездни експлозии. И ако управлявате тези експлозии достатъчно умело, може би ще успеете да направите така, че възникващите при експлозията неутрина, получени от взривяване на външната обвивка на звездата, да произведат някои от по-тежките елементи, като например олово, които не сте успели да създадете в недрата на звездата. Подробностите нямат особено значение, но се надявам да сте почувствали, че създаването на елементите е много сложен процес, чието протичане зависи от изключително точно постигнатото равновесие на ядрените сили, управляващи тези процеси. Ако тези ядрени сили бяха малко по-различни от това, което са в действителност, звездите нямаше да са в състояние да произведат елементите, от които сме съставени всички ние. Това може да ви даде известна представа колко трудно е да се конструира една плодотворна Вселена. А съществуват и огромен брой други съображения от подобен тип.

Ще продължа нататък, задавайки въпроса: “Какво следва от това?”. Какво следва от факта, че светът, в който живеем, е плодотворен и живототворен само благодарение на това, че неговата фундаментална физична структура е много точно настроена и пригодена за тази цел. Вие отново може да свиете рамене и да кажете: “Е, просто така се е случило. Ние сме тук, защото сме тук и това е всичко”. Това обаче според мен не е достатъчно обоснован подход към проблема. Аз имам приятел Джон Лесли, философ в Университета Гуелф в Канада, който пише по тези въпроси. Той е автор на безспорно най-добрата съществуваща книга, посветена на антропния принцип, наречена “Вселени”. Той е забавен философ, защото излага своите философски идеи, разказвайки различни истории, поради което те стават достъпни и за тези от нас, които не са тесни специалисти в неговата област. Той разказва следната история. Представете си, че се канят да ви екзекутират. Слагат превръзка на очите ви и ви привързват към стълба. Дванадесет опитни стрелци насочват пушките си към сърцето ви. Те натискат спусъка, изстрелите прозвучават, но вие сте жив! Какво ще кажете сега? Пак ли ще свиете рамене и ще кажете: “Е, случват се такива неща. Няма нужда да търсим специално обяснение”. Лесли с право твърди, че такъв подход в случая не е оправдан. Той посочва, че може да има само две обяснения на този изумителен инцидент. Ето едното. В този ден са извършени твърде много екзекуции и вие по една случайност имате късмета всичките стрелци да не ви уцелят. Това е рационалното обяснение. Другото обяснение разбира се е, че стрелците са на ваша страна и са пропуснали целта по свое желание. С други думи това е резултат от действието на нечия воля, за която вие не сте знаели нищо.

Виждале как тази притча ви отвежда към мисълта за една фино настроена, живототворна Вселена. Едната възможност за обяснение е да се приеме, че съществуват огромен брой различни вселени, всяка от тях с различно зададени физични закони и обстоятелства. Ако наистина съществуват неизброимо количество вселени, тогава е възможно просто по случайност на една от тях действащите закони и обстоятелства да се окажат такива, че да позволят да се развие живот на базата на въглерода. И разбира се, това е точно тази, в която живеем, просто защото не бихме

могли да се появим никъде другаде. Това е възможно обяснение, наречено многовселенна интерпретация. Другото обяснение е, че има нещо друго, което очите не могат да видят и което кара стрелците да са на наша страна. То съответства на идеята, че не живеем в случайна вселена, че нашата вселена е дело на Създател, който я е надарил с точно такива закони и обстоятелства, които да направят плодотворна нейната еволюционна история. Че тя е плод на определен замисъл.

Във връзка с антропния принцип Лесли казва, че двата отговора са еднакво възможни. Аз също смятам, че това е вярно. Нека подчертая, че и двете обяснения са метафизични. Ние нямаме никаква адекватна научна мотивация да говорим за някакви други вселени, освен за тази, в която живеем. Така че разсъждението, че съществуват много други вселени е метафизично и спекулативно. Аз не съм противник на метафизиката. В действителност не може да се живее без нея, защото както интерпретацията на многото вселени, така и съществуването на Създателя са метафизични спекулации. Ако обаче вие мислите, че съществуват и други съображения и причини да вярвате, че има Бог, чиято воля и замисъл са заложили в основата на Вселената, както мисля и аз, тогава това второ обяснение – че Вселената е плодотворна именно защото е създадена такава – придобива много по-голяма икономичност и убедителност. Разбира се, именно това е предпочитаното от мен обяснение.

И така, в понятността и сложно балансираната плодотворност на света, ние виждаме индикации и прозрения, произлизащи от науката, но изискващи някакво обяснение и степен на разбиране, които по своята същност излизат извън рамките и възможностите на науката. Поне според мен, това е свидетелство за непълноценност и неудовлетворителност на чисто научния възглед за света. Всъщност аз мисля, че сега живеем в епоха на велико възраждане на естествената теология. Естествената теология – това е един опит да научим повече за Бога, използвайки рационален подход и изучавайки внимателно заобикалящия ни свят. Това възраждане на естествената теология протича не толкова между самите теолози, които като че ли са загубили част от своя ентусиазъм, а между учените. И не само между религиозните учени като мен, които по принцип са склонни да мислят в тази посока, но и между такива учени, които нямат много свободно време и склонност за занимания с конвенционалната религия, но които въпреки това чувстват, че рационалната красота и постигнатата чрез фина настройка плодотворност на света предполагат съществуването и действието на някаква свръхнаучна и свръхчовешка интелигентност и цел. Тази възродена естествена теология се характеризира със своите по-скромни амбиции. За разлика както от средновековната теология, така и от тази от осемнайсети век, съвременната естествена теология не претендира да притежава доказателства за съществуването на Бога. Това е едно поле на обсъждания, на стремеж към постигане на по-добро разбиране, където всесилният аргумент или окончателното доказателство не са достояние на никого. Намираме се в процес на търсене на интелектуално удовлетворителни прозрения. Не бих могъл да кажа, че атеистите са глупави, но все пак твърдя, че атеизмът е по-малко интелектуално удовлетворителен и по-малко самосъгласуван, що се отнася до разбирането на света, което предлага, в сравнение с теистичния възглед.

Това е само част от историята, отнасяща се до даровете, които теологията поднася на науката. Теологията предоставя на науката едно по-дълбоко и самосъгласувано разбиране, което само тя може да предложи. Но истината е, че има обмен и в двете посоки и затова сега аз накратко ще се занимавам с онези дарове, които науката може да предложи на теологията в нашата научна епоха. Тези дарове са доста различни, защото

задачата на науката е да предостави на теологията подробни сведения за устройството и историята на физичния свят. От тези сведения произтичат въпроси и проблеми, за чието разрешаване теологията може да разчита само на себе си.

Нека започна с няколко думи по въпроса, който много хора смятат за класически пример на взаимодействие между науката и теологията – проблема за началото. Как е започнало всичко? Всъщност аз мисля, че хората грешат, смятайки това за много важен въпрос. Те погрешно приемат, че теологичната доктрина за сътворението се отнася до това, как е започнало всичко. Кой запали първата искра на Големия взрив? Доктрината на сътворението не се отнася до този въпрос. Тя не се занимава с началото във времето, а с онтологичното начало. Тя се стреми да отговори на въпроса защо всичко въобще съществува. Бог е точно толкова творец днес, колкото е бил и преди 15 милиарда години. Затова, въпреки че космологията на Големия взрив е много интересна от научна гледна точка, за теолозите тя е несъществена. И затова твърдението на моя приятел и бивш колега Стивън Хокинг в неговата книга “Кратка история на времето” за това как квантовата космология и квантовата механика хвърлиха светлина върху много ранната Вселена, показвайки че макар и да има крайна възраст, тя няма определено начало, е много интересно от научна гледна точка, но то не съдържа никакво теологично послание. Стивън казва: “Ако няма определено начало, тогава къде е мястото на Създателя?”. Теологически наивно е да се отговори иначе, освен с “На всяко място, като постоянен носител на Вселената”. Бог не е Бог на крайностите, със запазен интерес към началата. Той е Бог на всички времена и всички места. Затова смятам, че въпросът за началата съвсем не е толкова важен за теологията, колкото е интересен за науката.

Много по-интересен е въпросът за процеса на развитие на света. Как се разгръща световната еволюционна история? Именно да поддържа плодотворното развитие на света е основната дейност на Бог като създател както днес, така и преди петнайсет милиарда години. Когато се замислим за световните процеси, има две основни съображения, които са свързани с науката и трябва сериозно да бъдат обмислени. Първото е следното. Вече споменах за този изключително плодотворен процес, който е превърнал първоначалната топка енергия в днешния свят, в който всички ние живеем. Вече казах, че това е могло да се случи само в една много специална, фино настроена Вселена. Нека сега отидем по-нататък и зададем въпроса: “При зададена Вселена с подходяща фина настройка (т.е. зададени подходящи базисни условия), как се получава така, че светът възниква на практика такъв, какъвто е днес? Как е реализирал своя първоначално зададен потенциал за плодотворност?”. Днес ние сме разбрали значителна част от този процес. Тези части, които сме разбрали, се оказва, че реализират плодотворността посредством сложното взаимодействие на две противоположни тенденции, които бихме могли да обозначим като “шанс” и “необходимост”. Под “шанс” аз разбирам случайни събития – просто начина, по който са се сложили нещата. Когато Вселената е била още само на един милиард години, се оказало, че на някои места има повече материя, отколкото на други. Това било напълно случаен процес. Това случайно разпределение обаче довело до възникването на нещо трайно посредством действието на “необходимостта”, т.е. закономерната регулярност. Защото ако се окаже, че на едно място има малко повече материя, отколкото на друго, тогава тази материя оказва малко по-силно гравитационно привличане, притегляйки към себе си още повече материя. По такъв начин ние си представяме развитието на Вселената, която в началото е била напълно еднородна, но впоследствие започнала да става все по-нехомогенна и едрозърнеста, което е основен етап в нейното плодотворно

развитие. Трябвало да се образуват звездите, а също и галактиките, съдържащи тези звезди. Една плодотворна Вселена непременно трябва да придобие неравномерна структура в някой етап на своето развитие. Това започва със случайност, поредица от случайности, развива се с необходимата закономерност под действието на гравитационната сила. И, както изглежда, играта на тези две тенденции – случайността и възникването на новото, от една страна, и необходимостта като сито и опазване на така създаденото ново, е първичният начин, по който се осъществява творческото начало на Вселената. Един още по-познат пример представлява биологичната еволюция. Мутациите протичат като случаен процес. Те обаче създават някои нови възможности пред живота, които впоследствие се пресяват и съхраняват от закономерната регулярност на средата, която е необходим фактор за протичането на естествената селекция. На всеки етап от плодотворната еволюционна история на Вселената има взаимодействие и преплитане между шанса и необходимостта. И въпросът е “Какво следва от това?”.

Един много голям френски биохимик, Жак Моно, написа в началото на 1970-те години известната книга “Шанс и необходимост”. В тази книга Моно заявява със страстна галска реторика следното: “Чистият шанс, абсолютно свободен, но сяп, лежи в основата на изумителното здание на световната еволюция”. Разбира се, Моно слага ударението на думата “сяп”. Според него централната роля на шанса и на случайността в еволюционната история на Вселената опровергава религиозната представа, че светът е създаден по нечия воля и замисъл. За Моно ролята на шанса се свежда до това, че Вселената е една история, измислена от идиот. Така вижда нещата той.

Това е едно сериозно предизвикателство, на което сме длъжни да отговорим. Аз бих направил това по следния начин. Не съществува уникален път, водещ от физиката към метафизиката, от науката изобщо към един по-задълбочен възглед за света. Аз ще тръгна от познатата картина на взаимното преплитане между случайността и регулярността, но ще ѝ дам алтернативна интерпретация, която според мен е и много по-балансирана, защото отдава еднаква тежест на двата аспекта. Позволявам си да предположа, че когато Бог пристъпил към създаването на света, той бил изправен пред една дилема. Християнският Бог е Бог на любовта, а дарът на любовта е същевременно дар на независимостта, на неприкосновената другост на обичаното същество. Идва момент, когато на Джони трябва да му се разреши сам да си кара колелото всред опасния трафик. Дарът на любовта е дар на истинската независимост. Затова един любящ Бог непременно ще надари своето творение с неговата полагащата му се свобода и независимост. Но независимостта сама по себе си лесно може да се изроди в пълна неуправляемост и хаос. Обаче Бог е не само любящ, той е правдив и предан. А един правдив Бог със сигурност би надарил своето създание с надеждност. Все пак надеждността сама по себе си лесно би могла да се втвърди и да създаде един прост и механичен свят. Аз вярвам, че християнският Бог, който е както любящ, така и предан, е надарил своето творение едновременно и с двете качества, независимост и надеждност, които се изразяват в плодотворния процес на развитие на Вселената, представляващ преплитане и взаимодействие на двата аспекта – случайност и регулярност или с други думи шанс и необходимост. Такава е моята ре-интерпретация на този възглед за протичането на един плодотворен физичен процес.

Има и нещо друго, което искам да кажа, и то е че много хора разполагат с една твърде остаряла физична картина на заобикалящия ни свят. Големите постижения на

науката през осемнайсети век и последвалите ги открития на деветнайсети век създадоха един възглед за физичния свят като за един в известен смисъл механичен, закостенял и напълно детерминистичен свят. Всъщност ние винаги сме знаели, че това не може да е така, защото помним фундаменталните качества на човешката природа – право на избор и отговорност. През двайсети век бяха направени нови научни завоевания, които доведоха до отхвърлянето на чисто механистичния възглед за света. Отчасти това се дължеше на вълновата неопределеност, характерна за квантовата теория и проявяваща се на атомно и субатомно ниво. Но аз смятам, че има още по-важна причина, а именно едно неочаквано научно прозрение, възникнало през последните тридесет - четиридесет години. Дори физиката на обикновения заобикалящ ни свят, дори физиката на Нютон далеч не е толкова механична, както сър Айзък и неговите последователи са си мислели. Това е едно твърде изненадващо откритие. Онези от нас, които са изучавали класическа физика, са усвоявали предмета с помощта на прости, предсказуеми модели, като например едно равномерно люлеещо се махало. Това е една много проста и ясна система. Ако слабо подействате върху люлеещото се махало или пък просто не познавате с пълна определеност неговото движение, слабото въздействие предизвиква незначителни последствия, а слабата неопределеност предизвиква малки грешки при определяне на неговото движение. Ние си въобразявахме, че целият заобикалящ ни обикновен физичен свят се подчинява на такива правила. Че той е ясен, че е предсказуем и контролируем, с други думи – механичен свят. Сега вече открихме, че светът въобще не е такъв. В действителност почти целият заобикалящ ни свят е толкова изтънчено чувствителен, че дори най-слабото въздействие предизвиква неконтролируеми и непредсказуеми последствия. Това изненадващо прозрение, което носи малко неуместното название хаотична динамика*, се базира на някои нови открития, първото от които беше свързано с опитите да се построят модели на световното метеорологично време. Между хората от този занаят това често се нарича ефект на пеперудата: глобалните атмосферни процеси на Земята са така чувствителни към индивидуални въздействия, че една пеперуда, която днес размахва крилца някъде в Пекин, може да се окаже решаваща за буреносните процеси, развиващи се след месец в Лондон. И така този свят – този изтънчено чувствителен свят – е един принципно непредсказуем свят. Просто не е възможно да се познават всички пеперуди в Пекин. По такъв начин ние разбрахме, че физичният свят, независимо какъв е, със сигурност не е механичен, дори на всекидневно ниво. Той е нещо много по-неуловимо и гъвкаво, непредсказуемо и открито към бъдещото развитие. Това прозрение е съществена придобивка за науката. Науката започва да описва един свят, достатъчно гъвкав в своето развитие, свят с истинско движение, в който ние сме обитателите. Бъдещето е нещо неизвестно и ново, а не просто пренареждане на миналото. В такъв свят на истинско движение и промяна, отворен към бъдещето, ние можем да започнем да схващаме собствените си пълномощия и възможностите си да действаме и да променяме нещата. Бих искал да добавя, че според мен в такъв отворен физичен свят е възможна и разбираема съдбовната намеса на Бога. С други думи цялата картина на физичния свят е смекчена и разширена. Така тя е станала много по-податлива и по-гостоприемна както за Божествена, така и за човешка намеса и присъствие – нещо, което не е било така до преди сто години.

Време е да приключвам. Бих искал да завърша с един цитат, който за мен в много отношения обобщава всичко онова, което аз самият се старая да постигна при своите интелектуални усилия в качеството си едновременно на физик и свещеник. Аз искам да запазя тези две страни в себе си, не без трудности и противоречия, разбира се, но,

надявам се, без безчестни компромиси и без да ги разделям една от друга. Не бих желал да бъда свещеник в неделите, а физик в понеделниците. В тази лекция се опитам да покажа с помощта на няколко примера, че науката и теологията си взаимодействат и се допълват взаимно и как религиозната вяра е възможна в синхрон с ерата на науката. И така, нека завърша с един от своите любими цитати на великия томистки мислител от този век, Бернар Лонерган. Веднъж той казал така: “Бог е най-удовлетворителното и самосъгласувано обяснение и вечният възторг, който може да бъде съзрян във всеки Архимедов вик еврика”. Аз много обичам тези думи. Стремещът към разбиране, така естествен за всеки учен, е в края на краищата търсене и стремещ към Бога. Ето по какъв начин религията ще продължава да процъфтява в ерата на науката.

Превод: **С. Рашев**

(John Polkinghorne, *Religion in an Age of Science*, Mc Nair Lecture Chapel Hill, UNC March 23, 1993)

* По-често се говори за динамичен (детерминиран) хаос или за стохастична динамика, но винаги става дума за възникване на случайни движения в системи, в които липсват случайни фактори, т.е. в динамични системи. – *Бел. ред.*

СЕСИЯ В ПАМЕТ НА АКАДЕМИК МИЛКО БОРИСОВ



На 5 ноември 2003 г. се навършиха пет години от смъртта на създателя на Института по физика на твърдото тяло при Българската академия на науките академик Милко Борисов.

Научната сесия в памет на академик Милко Борисов беше организирана от Института по физика на твърдото тяло по инициатива на академик Александър Г. Петров, директор на Института по физика на твърдото тяло и доцент Илия Илиев от Шуменския университет. Тя се проведе на 17 октомври 2003 г. в зала 300 на Института по физика на твърдото тяло. На двете заседания - сутрешно от 10 до 12 ч. и следобедно от 13 до 15,30 ч. бяха изнесени девет доклада. Спомени за съвместната си работа с академик Милко Борисов разказаха преподаватели от Софийския и Шуменския университети, научни сътрудници от Института по физика на твърдото тяло и от Централната лаборатория по минералогия и кристалография при Българската Академия на Науките.

Милко Борисов Иванов е роден в семейството на Борис Иванов Мирчев и Елена Манчева на 18 февруари 1921 г. в София. Той завършва осми клас на реалния отдел на Втора мъжка гимназия в София с отличен успех през учебната 1938-1939 г. Професор Георги Наджаков, по това време ръководител на катедрата по опитна физика при Физико-математическия факултет на Софийския университет, го насочва към специалността физика.

От есента на 1939 г. Милко Борисов се записва студент по физика в първи курс на Физико-математическия факултет при Софийския държавен университет. Той завършва семестриално Университета през юни 1943 г. Същото лято работи в работилницата за електрофизична апаратура "Елфа", а от октомври 1943 до 1945 г. е войник. Явява се на първи университетски изпит (върху предметите, изучавани в първи и втори курс) през февруари 1943 г. и полага втори университетски изпит (по курсовете, записани от него в трети и четвърти курс) през септември 1945 г. Специализира три месеца в ГДР (от

ноември 1954 г. до февруари 1955 г.) и една година в лабораторията на академик Векслер във Физическия институт “П. Н. Лебедев” при Руската Академия на Науките в Москва (от юни 1956 г. до юли 1957 г.).

За дейността на академик Милко Борисов в Софийския университет на сесията спомени разказаха професор Иван Лалов, професор Юлиан Буров и доцент Климент Брънзалов. Проф. Иван Лалов говори за *“Милко Борисов - учителят и строителят на физиката в България”*. Проф. Юлиан Буров разказа за последните резултати по проблематиката, започната заедно с академик Милко Борисов. Докладът му беше озаглавен *“Лазерната детекция на много малки периодични премествания – новият път за изследване на вселената”*. Доц. Константин Брънзалов ни запозна с проведеното съвместно с академик Милко Борисов *“Изследване на многорезонаторни монолитни структури в катедрата по Физика на твърдото тяло (1970-1985 г.)”*. Доц. Илия Илиев, Т. Димов и ст.н.с. I степен, доктор на физическите науки Марин Господинов представиха доклад на тема *“Диференциални спектри на примес на кобалт в бисмутов германат”*. Докладът беше изнесен от доц. Илия Илиев от Шуменския университет.

Милко Борисов има дълга и успешна преподавателска кариера. След Втората световна война той е назначен в катедрата по опитна физика към Физико-математическия факултет на Софийския университет. От 19 октомври 1945 г. до 31 януари 1948 г. е асистент при професор Георги Наджаков, който му поверява четенето на лекции по физика на студентите от Ветеринарно-медицинския факултет. От 16 юли 1957 г. до 1 септември 1959 г. е редовен доцент и чете на студентите-физици първа част на курса по опитна физика. След завръщането си от специализация за кратко чете и курс по ядрена спектроскопия. От 1960 г. води специален курс по физика на твърдото тяло. Той е избран за професор през юни 1963 г. и ръководи катедрата по опитна физика до 1 юни 1980 г. По негова инициатива катедрата е преименувана в катедра по физика на твърдото тяло през 1972 г. В нея той въвежда спецкурс по физически основи на акустоелектрониката и акустооптиката. Милко Борисов съчетава успешно преподавателската си дейност с научни изследвания във Физическия институт.

На сесията спомени за съвместната си работа с академик Милко Борисов в Института по физика на твърдото тяло разказаха ст.н.с. I ст., дфн Лозан Спасов, ст.н.с. I ст., дфн Елена Ватева и ст.н.с. I ст., дфн Младен Младенов. Ст.н.с. I ст., дфн Лозан Спасов даде обща научна биография за *“Милко Борисов – създател на лабораторията по акустоелектроника на ИФТТ”*. Ст.н.с. I ст., дфн Елена Ватева разказа за извършените с академик Милко Борисов изследвания на *“Фотоефекти в халкогениди”*. За съвместните си теоретични изследвания с академик Милко Борисов говори ст.н.с. I ст., дфн Младен Георгиев Младенов по темата *“Изследвания по високотемпературна свръхпроводимост”*. Ст.н.с., д-р Людмил Константинов от Централната лаборатория по минералогия и кристалография разказа накратко за тематиката *“Фотоелектрични свойства на полупроводници”*, върху която е работил с академик Милко Борисов.

В Българската академия на науките Милко Борисов израства като учен и организатор на науката. Той е назначен за младши научен сътрудник при Физическия институт на БАН на 1 февруари 1948 г. и остава на тази длъжност до 15 юли 1957 г. След избирането му за доцент става старши научен сътрудник при Физическия институт на БАН. Българската академия на науките го удостоява със званието член-кореспондент през 1967 г. и академик през 1984 г.

На 37 годишна възраст на Милко Борисов е поверена първата ръководна длъжност. Той е назначен за зам.-директор на Физическия институт при БАН (1 септември 1959 г. – 19 август 1961 г.). По-късно е избран за декан на Физико-математическия факултет при Софийския университет (28 декември 1961 г. – 1 юни 1964 г.). По време на неговото управление през 1963 г. Физико-математическият факултет се разделя и е създаден самостоятелен Физически факултет. По-късно (1 юни 1966 г. – 1 юни 1968 г.) е избран за декан на Физическия факултет. Два пъти е заместник ректор на Софийския университет (1 юни 1964 г. – 1 юни 1966 г. и 1 юни 1968 г. – 1 юни 1972 г.). Академик Милко Борисов е единствения директор на Единния център по физика (1971-1988) и първия директор на Института по физика на твърдото тяло (1973-1991).

Академик Милко Борисов е скромнен и крайно честен. Притежава огромна работоспособност, тих и благ характер. Той написва над 330 статии, гимназиални, университетски учебници и монографии по физика. По мнението на колегите му от Института по физика на твърдото тяло като експериментатор той има богати идеи и проявява рядка находчивост при реализирането им. Изследователската му работа е предимно колективна.

Интересите на Милко Борисов са в областта на физиката на твърдото тяло. Той изследва физиката на електронните процеси в диелектрици и полупроводници, акустоелектронните взаимодействия в кристали, израстването и използването им за генериране, усилване и изследване на вълни и трептения. Проявява интерес към физика на плазмата и парамагнитния резонанс. В повечето случаи довежда изследователската си работа до практически резултат. Той има 12 авторски свидетелства, някои от които внедрени в производство.

Теоретичното обяснение, предложено от академик Милко Борисов, на отрицателния фотоефект в цинков окис приема екситонния механизъм на поглъщане на светлината и разглежда ролята на ударите на екситоните от втори род с нейонизираните и йонизирани примесни атоми на цинка. През 90-те години на XX век със сътрудници той изследва ролята на вибронните взаимодействия и ефекти във високотемпературни свръхпроводящи оксиди.

Изнесените доклади за академик Милко Борисов ще бъдат отпечатани в сборник.

Ганка Камишева

XV-та МЕЖДУНАРОДНА ШКОЛА ПО ЯДРЕНА ФИЗИКА, НЕУТРОННА ФИЗИКА И ЯДРЕНА ЕНЕРГЕТИКА

XV-та Международна школа по ядрена физика, неутронна физика и ядрена енергетика се проведе в околностите на Варна от 9 до 13 септември 2003 г. Школата е традиционно биенале, което се организира от Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика на БАН. Съорганизатори на мероприятиято бяха Обединеният институт за ядрени изследвания – Дубна, Българското ядрено дружество и Агенцията за ядрено регулиране. Спонсор на школата бе и АЕЦ “Козлодуй”.

Пред аудитория от 93 участници бяха изнесени 24 лекции от наши и чуждестранни лектори, както и 22 семинарни доклади с представяне на нови научни резултати, предимно от млади научни работници. В лекциите на водещи учени от големи институти и университети в Белгия, Германия, Гърция, Италия, Румъния, Русия, САЩ, Франция и Япония бяха застъпени актуални проблеми от най-важните направления в ядрените изследвания и ядрените технологии. Представени бяха следните направления: експериментална и теоретична ядрена физика, неутронна физика, ядрени данни, ядрена енергетика и проблеми на екологията.

В областта на ядрената физика бяха представени следните направления: ядрена резонансна флуоресценция, ефективно взаимодействие в ядрата; гама-спектроскопия с висока разделителна способност; реакции с екзотични ядрени снопове; структура на нисколежащите състояния; разсейване на електрони и др. Застъпени бяха и последните развития на основните теоретични ядрени модели.

Съвременното състояние и бъдещите перспективи в приложението на нискоенергетични фото-реакции за изучаване на ядрената структура бяха разгледани в лекцията на проф. У. Кнайсл от Университета в Щутгарт, Германия. Представени бяха резултати от изследвания на гигантския диполен резонанс в тежки ядра, на ефекти на диполна поляризация на ядрената сърцевина и на дългоживущи изомери с фундаментално значение за астрофизиката.



Интересни приложенията на гама-спектроскопията с висока разделителна способност в областта на физиката на атомното ядро и на физиката на кондензираната материя бяха представени в лекцията на д-р Х. Г. Бьорнер от Института Лауе-Ланжвен в Гренобъл, Франция. Кристалдифракционният спектрометър ГАМС позволява прецизно измерване на минимални Доплерови ефекти на гама-линиите на преходи, разреждащи състояния, възбудени след неутронен захват. Анализът на тези ефекти дава възможност да се определят с висока точност времена на живот на ядрени състояния, както и да се изследва процеса на спиране на откатното ядро в материята.

Нов метод за анализ на спектри на забавени съвпадения, повишаващ точността на определяне на времена на живот на нано- и субнаносекундни изомери, бе представен от д-р П. Петков от ИИЯЕ.

Лекцията на д-р Р. Властоу от Института "Демокритос", Гърция, бе посветена на интересни явления, които се наблюдават при високи енергии на възбуждане и високи ъглови моменти: ориентиране на моментите на квазичастици, пресичане и терминация на ротационни ивици, магнитна ротация и др., изследвани с помощта на многодетекторните системи EUROBALL и GASP.

Д-р Д. Бонасос, също от Института "Демокритос", предложи нов теоретичен модел, използващ интерполирани потенциали между $U(5)$ симетрия на 5-мерен хармоничен осцилатор и $E(5)$ симетрия, съответстваща на фазов преход от типа $U(5) - SO(6)$. Пресмятанията възпроизвеждат добре експерименталните спектри и $B(E2)$ за ядра с $R4 = E(4)/E(2)$ отношения 2,092, 2,135 и 2,157 (сравнени с отношението 2,00 в случая на $U(5)$ и отношението 2,20 в случая на $E(5)$). Показани бяха и резултати от интерполация между новия модел и $X(5)$ симетрия, съответстваща на фазов преход $U(5) - SU(3)$.

Проф. Д. Драйер от Университета в Луизиана, САЩ, представи схема със смесена симетрия в рамките на слоистия модел, която може да се използва за пресмятания в условия на конкуренция между два и повече алтернативни модели. Приложението на тази схема бе демонстрирано за ds -ядрата ^{20}Ne и ^{24}Mn , както и за fp -ядрата ^{44}Ti и ^{48}Cr .

Проф. Н. В. Замфир от Университета Йейл, САЩ, представи нови изследвания на фазови преходи при еволюция на ядрената структура от сферични към деформирани състояния, които водят до развитие на нов клас от симетрии $E(5)$ и $X(5)$. Демонстрирано бе тяхното приложение за интерпретация на нискоенергетични ядрени спектри.

Проф. Д. Коло от Университета в Милано, предложи модел, в който при пресмятане на функционалите на енергията е включено взаимодействието на нуклоните с колективните колебания. Ефективното взаимодействие частица-вибратор се разглежда в приближение на случайните фази (RPA), което включва сила на Скирм в канала частица-дупка и плътностно зависима контактна сила в канала частица-частица. Т.нар. модел QRPA-PC (QRPA plus phonon coupling), се използва за пресмятане на диполния отклик в различни ядра, а също така в метални кластери като получените резултати са в добро съответствие с експерименталните данни.

В областта на неутронната физика бяха застъпени темите фундаментални свойства на неутрона, измерване и оценка на неутронни данни, неутронни данни в областта на високите енергии.

Проф. В. И. Фурман от ОИЯИ, Дубна, представи нови експериментални и теоретични резултати от изследвания на делене с бавни неутрони. В своята лекция д-р Ю. В. Григориев от ОИЯИ докладва резултатите от серия експерименти по изследване на фундаменталните свойства на неутрона.

Д-р Н. М. Ларсон от Националната лаборатория в Оук Ридж, САЩ, направи подробен преглед на компютърната програма SAMMY. Тази програма се използва за оценка и анализ на данни за неутронни сечения в областта на разделените и

неразделени резонанси, получени по метода на време на прелитане TOF (Time Of Flight).

В доклада на д-р П. Шилебеек от Института за изследване на материали в Геел, Белгия, бяха представени най-новите експерименти по измерване на неутронни сечения. Тези измервания, с висока разделителна способност, се провеждат на модерния импулсен неутронен източник GELINA, построен на базата на линеен електронен ускорител. Д-р А. Пломпен, от същия институт, фокусира вниманието върху измервания на сечения в неутронно индуцирани реакции с праг до 20 MeV.

Д-р П. Мути от Института Лауе-Ланжвен в Гренобъл докладва нови експериментални резултати за сечения на захват на неутрони в различни изотопи на криптон, получени на установката за TOF на ускорителя GELINA. Въз основа на тези нови и по-точни данни се предвижда преразглеждане на заселването по главните и по-слаби вериги на s-процеса на нуклеосинтеза в масовата област около разклонението при ^{85}Kr .

Лекцията на д-р Ю. Ватанабе от Университета в Кюшу, Япония, беше посветена на методологията при оценката на данни от реакции с високоенергетични неутрони и протони. Сеченията на взаимодействие в диапазона от енергии от 20 MeV до 3 GeV за 123 различни ядра ще бъдат включени наскоро във високоенергийния файл на Японския комитет за ядрени данни (JENDL-HE). Обогащаването и прецизирането на банките с неутронни данни е от голямо значение при проектиране на съвременни ядрени реактори, установки за трансмутация и др. ядрени устройства, както и за астрофизиката.

В направлението ядрена енергетика бяха застъпени най-важните направления, отнасящи се до безопасността на АЕЦ и до опазването на околната среда от радиоактивно замърсяване. Докладвани бяха проекти за по-надеждни конструкции ядрени реактори и за преработка на радиоактивни отпадъци.

В лекциите на д-р В. Воронцов и д-р С. Светлов от “Атомэнергопроект”, Русия, бяха разгледани разработки на проекти за следващото поколение енергийни ядрени реактори със значително повишена степен на безопасност. Д-р В. Светцов от ОИЯИ-Дубна предложи нова стратегия за унищожаване на радиоактивни отпадъци чрез трансмутация в реактори на бързи неутрони.

Състоянието и перспективите за развитие на ИЯИЯЕ, който чества неотдавна своя 30-годишен юбилей, бяха отразени в доклада на директора проф. Й. Стаменов. Особено внимание бе отделено на важни екологични проекти и на многостранното международно сътрудничество в това актуално направление.

Високото научно ниво на школата показва неподозираните перспективи на едно мероприятие, което обхваща значителен периметър на ядрените изследвания и технологии - от фундаментална ядрена физика и неутронна физика до ядрени технологии и опазване на околната среда, а едновременно с това съчетава статуса на научна конференция и учебно мероприятие. Дружеската, неофициална атмосфера позволяваше, в тесен контакт между лектори и аудитория, да се обсъждат и обменят нови идеи, полезни не само за обогащаване знанията на младите физици, но и за разширяване ползването на учени с богат опит в отделни направления на ядрените

изследвания. Приятно и разтоварващо допълнение към напрегнатата научна програма бе запознаването с богатото културно-историческото наследство на античния Несебър, разходката в курорта Слънчев бряг и концерта на детския фолклорен ансамбъл от Варна.

Материалите от школата предстои да бъдат публикувани в издание 8.2. на списание "Доклади на Българското ядрено дружество". Следващата, XVI-а Международна школа по ядрена физика, неутронна физика и ядрена енергетика се предвижда да бъде проведена през септември 2005 г.

Чавдар Стоянов, Наталия Янева, Христо Протохристов

{Сн.} Участниците в XV-та Международна школа по ядрена физика, неутронна физика и ядрена енергетика, Варна, 2003 г.

Има ли място за физиката в бизнеса? На този въпрос не е лесно сега да се отговори, защото неосъществената философска представа за физиката като за "непосредствена производителна сила" отиде за претопяване заедно с учебниците по научен комунизъм. В цивилизования свят физиката наистина е свързана с производството и затова въпросът е как тя ще "вирее" у нас в създаващата се бизнес-среда. Отговорът е положителен и той бе получен на 14.1.2004 г., когато представители на Управителния съвет на СФБ се срещнаха с физици – управители на фирми, които се занимават с научна, производствена, издателска, консултантска и други бизнес-дейности. Бизнесмените-физици не само приеха идеята за колективно членство на техните фирми в СФБ, но и разказаха за своята дейност, която ще намери отражение в днешния и следващите броеве на Светът на физиката. Нека започнем представянето им с фирмата

ТИТА КОНСУЛТ ООД

Фирмата е основана през 1994 г. от университетски преподавател – изтъкнатия български учен – ядрен физик проф. дфн Цветан Бончев. Тя оказва научно-консултантски услуги в областта на ядрената енергетика, собственост е на български физически лица и финансира сама дейността си. Днес фирмата се ръководи от н.с. инж. Валентин Цв. Ангелов, който е неин управител.

Какъв е предметът на дейност на фирмата? Той се отличава с голямо разнообразие, обхващащо от консултации и експертизи по доставка на съоръжения и материали (включително радиоактивни източници) за сервизни и научни лаборатории, през софтуерно обезпечаване, техническо поддържане и ремонт на измервателни уреди в ядрената физика и техника, до производство и монтаж на термолуминесцентни дозиметрични системи, както и обучение на кадри за ядрените технологии и енергетика.

Кои са потребителите на услугите на ТИТА КОНСУЛТ ООД? Един от основните е АЕЦ в Козлодуй, където фирмата работи вече няколко години по проблемите на радиационни контрол и опазването на околната среда. Научно-техническите решения на проблемите намират място и в конвенционалната енергетика и урановата промишленост. За високото качество на извършваните от фирмата услуги говори и получения от нея държавен Сертификат за изградената и функционираща система за управление на качеството съгласно БДС EN ISO 9001: 1996. От 1997 г. насам фирмата притежава и Свидетелство за марка на услуги, издадено от републиканското Патентно ведомство със срок до 4.4.2006 г.

С кого фирмата си сътрудничи при дейността си? На първо място - с висококвалифицираните специалистите от лабораториите на Физическия и Химическия факултети на Софийския университет "Св. Кл. Охридски", които помагат както със знанията и професионалния си опит, така и с наличната университетска материално-техническа база, включваща радиоактивни източници, ядрено-физична апаратура и уреди за измерване на йонизиращи лъчения. Съвместната дейност се организира от Проблемната група за АЕЦ Козлодуй, която е основно звено на фирмата и координира работата на екипите, работещи по различните проблеми в договорите с АЕЦ.

С каква собствена материална база разполага фирмата? Тя включва две основни лаборатории: мобилна радиометрична лаборатория в микробус със специално оборудване, предназначена за превоз на радиоактивни вещества (без ядрен материал) и апаратура за определяне съдържанието на радионуклеиди; стационарна лаборатория, акредитирана за вземане и изследване на проби за повърхностно замърсяване и технологичен контрол. Освен тях фирмата поддържа лаборатория за ремонт на ядрено-физична апаратура в АЕЦ Козлодуй и офиси в Козлодуй и София, като в софийския се намира седалището на ТИТА КОНСУЛТ ООД в непосредствена близост до катедрите по атомна и по ядрена физика на Физическия факултет на университета.

По каква тематика се реализира дейността на фирмата? За десетилетието от създаването си досега ТИТА КОНСУЛТ ООД е работила върху повече от 60 мащабни теми, които включват: нетрадиционни методи за изследване на радиоактивни замърсявания; безразрушителен анализ на материали от енергоблоковете на централата; изследване на проблема “Горещи частици” в АЕЦ Козлодуй и разработване на методите за контрол и дезактивация на частиците, както и предотвратяване на разпространението им; разработване на методики и инструкции за измерване и калибриране на прибори и системи за измерване на източници на йонизиращи лъчения. Резултат от работата по тази тематика са и две регистрирани изобретения на фирмата. В съдружие със фирма “Протекта лаборатории ООД” ТИТА КОНСУЛТ произвежда и предлага на пазара термолуминесцентна дозиметрична система и индивидуален термолуминесцентен дозиметър, както и многофункционален индивидуален дозиметър, чието ползване е много необходимо за работещите в специфична радиационна среда.



Как фирмата участва в обучението на персонала на АЕЦ и в информирането на обществеността в областта на ядрената физика и енергетика? ТИТА КОНСУЛТ е изготвила четири специализирани учебни курса за персонала на централата, както и книги по ядрена физика и техника с издадени вече 11 заглавия, към които предстои да се прибавят още две, подготвяни за печат. Съдържанието на издаваните книги представлява интерес не само за работещите в ядрената енергетика, но и за широката читателска публика. Защото тя може да научи много неща за “Ядрените инциденти и

аварии в атомни електроцентрали”, описани от доц. д-р Л. Цанков и колектив в книга със същото заглавие. Или за “Практическата метрология на ядрените лъчения”, написана инж. В. Ангелов и колектив. А научно-документалния цветен видеофилм за изследвания в АЕЦ фирмата вече предлага на български, английски и немски езици.

По какви договори работи ТИТА КОНСУЛТ? Основните са сключени с официални държавни институции и крупни акционерни дружества като Агенцията за ядрено регулиране, Главна дирекция митници, Националният център по метрология, Енергопроект ЕАД и др. Една любопитна подробност – още през 1998 г. фирмата Westinghouse Electric е определила ТИТА КОНСУЛТ като евентуален подизпълнител при модернизацията на 5-ти и 6-ти блок на АЕЦ Козлодуй. През последните 2-3 години са установени контакти с чуждестранни фирми от Германия, Чехия и др. страни, като процесът на преговори продължава с водещи европейски фирми за доставка на дозиметрична, спектрометрична апаратура и системи, както и за сключване на договори за оторизиране на ТИТА КОНСУЛТ да поддържа и ремонтира доставяната апаратура. През 2003 г. фирмата работи по 10 договора и е водещ съдружник в състава на Консорциум Ядрени технологии.

Дейността на фирмата ТИТА КОНСУЛТ ООД, описана по-горе, дава ясен отговор ДА на въпроса “Има ли място за физиката в бизнеса?” И за да покажем, че физиците могат с успех да участват в разнообразни бизнес-дейности, с удоволствие ще продължим да представяме успехите и на други фирми на физици, като ги допълним и с тяхна реклама по страниците на списанието. Очаквайки в гилдията на физиците, ръководена от СФБ, да се включат още фирми като колективни членове, ние се надяваме, че началото на съвместното ни сътрудничество ще бъде последвано от много нови контакти, представляващи взаимен интерес.



ТІТА-КОНСУЛТ ООД
1505 София, ул. "Проф. Димитри Горини" №6
GSM: 088 8571 533; 088 9514 362, 088 7242 803
fax: 964 0950; 964 0951; 957 38 54; 944 48 59
☎(02) 964 0950; 964 0951; 81 61 785;
☎(0973) 80 633; 80 072, 7 38 56, 7 38 57, 7 29 39 (вътр. 234);
E-mail: theta@infotel.bg, Web page: <http://www.infotel.bg/~theta/>
Per. в СТС №5742, том 201/22.03.1994 г.
"БУЛСТАТ" Ю 831508563, Датум №1223038014



“КОГАТО КАЧЕСТВОТО Е ВОДЕЩО”

- Консултации в областта на физико-техническите и химико-технологичните науки.
- Прогнози, консултации, експертизи, обучение на кадри, разработване на методи, системи, технологии, проектиране и изработване на апарати в областта на ядрената енергетика, урановата промишленост, радиационни технологии, радиоекология и други, имащи отношение към радиоактивността, ядрените технологии и използването на атомната енергия за мирни цели.
- Консултации и експертизи по доставки на съоръжения, апаратури, материали, включително радиоактивни източници, за технологии, сервизни лаборатории, научни изследвания и други, свързани с използването на радиоактивни вещества и йонизиращи лъчения.
- Диагностика и методи за дезактивация на радиоактивни замърсявания, в това число при аварии.
- Софтуерно обезпечаване на процеси в областта на ядрената енергетика, урановата промишленост, радиационни технологии, радиоекологията, обучението на кадри и други, имащи отношение към радиоактивността, ядрените технологии и атомната енергетика.
- Сервизно и абонаментно-техническо поддържане на дозиметрична и радиометрична апаратура.
- Доклади за оценка за въздействието върху околната среда.
- Производство и доставка на термолуминесцентни дозиметрични системи.
- Техническо обслужване на уреди за технологичен контрол с вградени източници на йонизиращи лъчения.
- Монтаж/демонтаж, техническо обслужване и проверка за повърхностно замърсяване на йонизационни пожароизвестителни датчици.

О Ф И С И

СУ "Св. Кл. Охридски", Физически Факултет, Катедра "Атомна физика"

☎ 1164 гр. София, бул. "Джеймс Баучер" 5А

☎ 02/964 09 50; 964 0951; 81 61 785

☎ 3321 "АЕЦ - Козлодуй" ЕАД - Пощенски клон №1; п.к. 18

☎ 0973 / 80 633, 80 072, 7 38 56, 7 38 57, 7 29 39 (вътр. 234)

ТІТА КОНСУЛТ ООД е колективен член на Българското ядрено дружество, колективен член на Съюза на физиците в България, юридически член на БУЛАТОМ, редовен член на Българската стопанска камара и Българската търговско-промишлена палата. Тіта Консулт ООД е вписана под № 167 в регистъра на Агенция за малки и средни предприятия към Министерски съвет. Дружеството притежава сертификат № 003 от 07.09.2000 г. за съответствие на системата по качество с БДС EN ISO 9001: 1996.

rangelov@issp.bas.bg write:

moe mnenie za knijkata (16 dec.2003):

Neuwajaemi gospoda, wie p\$lnite spisaniето s washi prevodi na nes\$sheteweni neshta i dori s nyakoi newyrni stari raboti. Nyama struni, niama bozoni, nyama supersimetriya. Wsichko towa e izraz na narazbirane na fizicheskata prichina za syshtestwenoto razlichie mejdu bozoni i fermioni. No t\$y kato wie ste dostatat\$chno neprosweteni w\$w fizikata, to edinstwenoto, koeto moiete da prawite, e da l\$jete washite kolegi. Prod\$ljawaite w s\$shtia duh, zashtoto wie drugo i nr moiete da pravite.

moe mnenie (16 dec. 2003):

Pohwalata wi za p\$lnata s greshki interpretacia na kwantowata mehanika w Alisa w Kwantovia swyat pokazwa kolko neweji ste w тази област. S\$drjaniето na тази knijka pokazwa, che neynia awtor ne razbira nishto ot kwantowa mehanika i ot elementarni chastici, poradi koeto negowite obyasneniy sa p\$lni s greshki. Nawyarno poradi towa nikoy ne e nameril tozi paskwil za chetiwo, koeto moje da mu obyasni towa, koeto negowite uchiteli ne znayat i poradi towa ne sa mu fbyasnili.

ЗА НОВАТА - СТАРА - КНИГА НА СТИВЪН ХОКИНГ “*THE THEORY OF EVERYTHING*”

(New Millennium, 2002), за нейния български превод “*Теорията на всичко*” (Прометей, 2003) и отново за “разграниченията” в науката



Преди точно 10 години написах възторжен отзив (Физико-математическо списание, No 3, 1994) по повод излизането на българския превод на книгата на Стивън Хокинг “*Кратка история на времето*” - прекрасен образец на популярна наука. За този отзив ми напомни моят приятел, проф. Н. Ахабабян, който, узнавайки за намерението ми и сега да пиша за новата книга на Хокинг, с тънка ирония ме запитва какво имам да пиша за нея.

Въпросът е напълно уместен. Защото “новата” книга представлява буквално повторение на първата. Направих си труда да сравня двете книги пасаж по пасаж. Седемте лекции в “*Теорията*” повтарят от “*Кратка*” главите съответно 1, 3, 6, 7, 8, 9 и 10. При това с някои пропуски и главно без никакви илюстрации. (Липсата на илюстрации е в странен контраст с излязлата година по-рано книга на Хокинг “*Вселената в орехова черупка*”, в която текстът буквално бледнее пред богатия илюстративен материал.)

Покойният акад. А. Поликаров, чест автор в нашето списание, обичаше да казва: “И най-хубавият виц не трябва да се разказва прекалено често”. Тук случаят е точно такъв – много хубав виц, който обаче твърде често се повтаря.

Научната литература познава не един случай, когато учен написва популярна книга, специално с цел да направи по-разбираеми своите изследвания. Така е постъпил

Имануел Кант с *“Пролегомени”*, последвали *“Критика на чистия разум”*; така постъпва Айнщайн с популярната си книга *“Относителност”*, чието първо издание е на другата година (1916 г.), след като той създава величествената сграда на ОТО; така постъпва Джеймс Уотсън в автобиографичната книга *“Двойната спира”* и мн.др. Обаче въпросът защо Хокинг решава да популяризира (разбирай “мултиплицира”) своето популярно съчинение *“Кратка история”* остава без отговор.

Казах вече, че в “новата” книга няма нищо ново в сравнение с *“Кратка история”*. Тогава защо пиша нов отзив? Ами отчасти защото се надявам така да спестя усилията на читателя. Вероятно това би спестило и усилията по превода, редактирането и издаването на книгата (но тогава не би имало нова книга).

Все пак да кажа няколко думи за качествата на новия превод. Преводачът, доцент В. Карлуковски, е дългогодишен преподавател в катедрата по теоретична физика и заедно с това опитен преводач на физическа литература. Като цяло преводът е добре направен. Без да е ползвал превода на *“Кратка история”*, доц. Карлуковски успешно е преодолял някои дефекти в него. Но е допуснал други. Например липсва съдържанието на книгата, липсва азбучен указател (не знам как е в оригинала). Вместо *“Теорията на всичко”* аз бих превел заглавието като *“Теория на всичкото”* (“всичко” като съществително, подобно на английското everything; а членуването на съществителните в такива изрази е точно обратното на английското: например “теория на полето”). Има ред пропуски (напр. на сс. 13, 17, 24 и др.), терминологични и стилистични граповини (напр. “генезис” вм. “битие”, с. 24; “униформено разширение” вм. “еднородно”, с. 42; “принцип на изключването” вм. “на забраната”, с. 65; “деветнадесети век” вм. “двадесети”, с. 70; “1975 г.” вм. “1973 г.”, с. 101 и др.)

Все пак, ако читателят не разполага с *“Кратка история”*, той би могъл да прочете нейните “пролегомени” - *“Теория на всичкото”*.

Накрая ще използвам случая кратко да реагирам на критичния отзив на Хилари Лоусън, озаглавен *“Стивън Хокинг не е прав”* (“Светът на физиката”, 1/03, с. 79). Признавам, че бях раздразнен от някои несправедливи обвинения срещу Хокинг. Авторът (наскоро моят приятел, художникът Христо Симеонов, който живо се интересува от творчеството на Хокинг, ме просвети, че Хилари Лоусън е “той”) пише: “Хокинг прави простата грешка да предполага, че нашето описание на света и самият свят трябва да са едно и също нещо”. Това е нелепо. Едва ли някой учен някога би отъждествил модела, теорията, уравненията със самите описвани обекти. Никой никога не би твърдял, че описанието (отражението - било то научно или художествено) е тъждествено с обекта.

Що се отнася до разсъжденията на Лоусън относно “разграниченията” в науката, то бих казал, че той просто разбива отворени врати. Науката не би могла изобщо да съществува без поредицата от частични описания на процеси и явления, понататъшното им обединяване, ново частично описание и т.н. Разграничаването е в основата на научния метод. Умението - в огромна степен интуитивно - на един учен да разграничи даден кръг от явления по съществени признаци и да намери правилното им описание е вероятно главното качество, което е обезсмъртило имената на Галилей, Нютон, Максвел, Айнщайн... Тези умове са постигнали правилните разграничения (механика, оптика, електромагнетизъм, гравитация, кванти...), без да разполагат с толкова фундаментално важната според Лоусън “теория на разграничението”. Не съм

сигурен, че такава рецептурна теория някога ще бъде създадена. То е все едно да се появи рецептура за творчество?! Та нали по тази рецептура ще заработят компютрите. И ще се получи творчество на конвейер. Не става така. И това едва ли може да се вмени като грешка на Хокинг.

Не мога обаче да не се съглася - при това изцяло - с последния пасаж от статията на Х. Лоусън. Очакванията за “окончателна теория”, “теория на всичкото”, “край на науката” са мираж. Преди години написах статията “*Тезата за ‘край’ на науката*” (“Светът на физиката”, 2/95) именно по повод подобно предсказание на Хокинг (в неговата встъпителна реч като Лукасов професор). Убеден съм, че “окончателна” може да бъде само една религия (или “всепобеждаваща” социална утопия). Науката по своята същност е отрицание на идеята за затвореност, окончателност, край. И тук Хилари Лоусън е напълно прав.

М. Бушев

Ст.н.с. д-р ДЕЧКО ХРИСТОВ КАРАДЖОВ

(1943 – 2004)

На 3 януари 2004 г. след тежко и продължително боледуване почина ст.н.с. д-р Дечко Христов Караджов, зам.-директор на ИЯИЯЕ при БАН. Той е роден на 31 август 1943 г. в гр. София и е завършил с пълно отличие 21 СПУ, София, през 1961 г. През 1968 година завършва специалността “Атомна физика” във Физическия факултет на Софийския университет “Св. Климент Охридски” с отличие като първенец на випуска си, след което е назначен като физик във ФИ с АНЕБ при БАН. През 1970 г. той е командирован в ОИЯИ, Дубна, където през 1974 г. защитава дисертация на тема “Енергии на ротационни спектри на атомни ядра и влиянието на спина на несдвоени нуклони” и е удостоен с научното звание “кандидат на физико-математическите науки”. През 1977 г. се завръща в ИЯИЯЕ, като през същата година е избран за старши научен сътрудник втора степен. Научните изследвания на Дечко Караджов са свързани с ядрената структура, теорията на ядрените реакции, изчислителната физика, моделирането и числовия анализ на физически системи. Той е автор и съавтор на над 50 научни публикации в реномирани научни списания, препринти на ОИЯИ и множество доклади на наши и международни конференции. През 1993 година Дечко Караджов бе избран за заместник-директор на ИЯИЯЕ, на която длъжност го застигна преждевременната му кончина. Като уважаван и авторитетен учен, както и в изпълнение на задълженията си като заместник-директор на ИЯИЯЕ, той бе водещият инициатор, организатор и ръководител за създаването на компютърната мрежа на институтите на БАН в района на 8-ми километър, както и на създаването на компютърната фирма за работа на специалисти при директна връзка с ЦЕРН в Швейцария. Ст.н.с. д-р Дечко Караджов положи изключително много усилия и организаторски талант за активизиране и модернизиране на сътрудничеството с ОИЯИ, Дубна, което позволи привличането на млади научни кадри, работещи по съвместни теми. Неговите заслуги за изграждането на физическите науки у нас бяха заслужено отличени с най-високото отличие на Българската академия на науките – почетния знак на БАН.

Всеотдайната работа на д-р Караджов като специалист и заместник-директор се отрази върху здравето му, но не сломи творческия му дух и инициативност. Ще гопомним с неговата отзивчивост, добронамереност и конструктивност, с неговата усмивка и гражданска доблест.

Поклон пред паметта му!

МАРИЯ КАЗЪЛМЪШЕВА – РАЙКОВА

(1933 – 2003)

Дългогодишна учителка по физика в гр. Карлово.

На 30 декември 2003 г. физическата колегия загуби един достоен член, а приятелите ѝ – един прекрасен човек.

Поклон пред паметта ѝ!

КРАТКИ ВСТЪПИТЕЛНИ БЕЛЕЖКИ НА ПРЕВОДАЧА

“Зрелият учен не може да бъде зрял човек, ако не си е задавал
въпрос за смисъла, заложен в собственото му съществуване.”

Паул Тилих

(1886 - 1965, немско-американски теолог и философ)

“Разум и материя” - темата на тазгодишното четиво с продължение, може да ни се стори твърде сериозна, отвлечена или изпреварила времето си. Шрьодингер очевидно не е мислел така, Паул Тилих - също. Но и най-сериозната тема има своята шеговита страна. Такава шега ни предлага английската игрословица: *What is matter? Never mind. What is mind? Doesn't matter.* (Що е материя? Все едно. Що е разум? Няма значение.)

Ервин Шрьодингер (1887 - 1961, Виена) е известен на всеки физик като един от главните герои на квантовата епопея от началото на 20-и в. През 1933 г. той заедно с Пол Дирак получава Нобеловата награда “за откриването на нови продуктивни форми на атомната теория”.

Значително по-малко известни са изследванията на Шрьодингер върху физиката на живота и разума (мисленето), на които той посвещава голяма част от последните 25 години на живота си. На нея е посветен забележителният труд на Шрьодингер “КАКВО Е ЖИВОТЪТ? Физически аспекти на живата клетка”.

Продължение на идеите, застъпени в тази малка по обем книга, е проблемът за физическите аспекти на разума. Те се обсъждат в епилога, озаглавен “Детерминизъм и свободна воля”. Епилогът е бил изключен от руския превод на книгата (1947 г., 1972 г.) с обяснението, че “като философ Шрьодингер допуска сериозни грешки” и затова “епилогът не представлява научна ценност”. Историята и този път не пропусна да иронизира прибързаните мнения. В прогнозата си за развитието на физиката през 21-и в. акад. В. Л. Гинзбург (Нобелов лауреат за 2003 г.) сочи като един от трите велики проблема на бъдещето “въпроса за произхода на живота и появата на съзнанието (мисленето)” (вж. “Светът на физиката”, 1/2000, с. 10).

По-късно (1956 г.) на проблема за разума Шрьодингер посвещава малката книга “Разум и материя” (*Mind and Matter*). Показателно е, че от 1968 г. тя излиза в едно книжно тяло заедно с “Какво е животът?” (и претърпява повече от 20 издания). Трябва да посоча, че оригиналите и на двете книги са на английски език, тъй като те са публикации на лекции, прочетени от Шрьодингер в Ирландия и Великобритания.

Читателите на “Светът на физиката” ще могат сами да си съставят мнение за публикуваните през текущата година преводи на “Детерминизъм и свободна воля” и “Разум и материя”. Тук само ще посоча, че те дават начален тласък на постоянно растящ брой публикации по парливата тема за същността на разума. Някои монографии на тази тема са преведени на български (напр.: Р. Пенроуз “Новият разум на царя”,

1998 г.; Ж. П. Шанжо и А. Кон “*Мислещата материя*”, 2000 г.), а много повече не са (напр. К. Popper, J. Eccles “*Self and its Brain*, 1977; E. Squires “*Conscious Mind in the Physical World*”, 1990; J. P. Changeux and Paul Ricoeur “*What makes us think?*”, 1998 и мн. др.).

Нека читателят не се смущава от непривичния философски, психологически и биологически ракурс на “*Разум и материя*” (в превода се опитам да спестя някои терминологични затруднения на читателя). Той е породен от необичайно голямата сложност на проблема за разума. Много от въпросите, формулирани от Шрьодингер, са адресирани към бъдещето. Това е ренесансова визия, за която интердисциплинността е естествена и благодатна среда. А физиката неизбежно е в основата на всяка интердисциплинност.

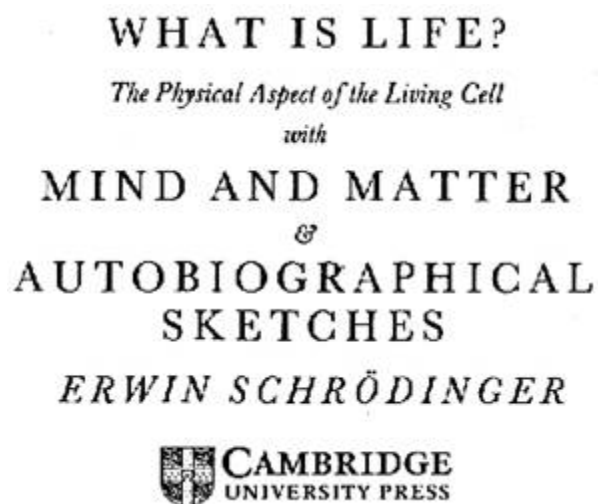
М. Бушев

РАЗУМ И МАТЕРИЯ

(Лекции, изнесени в колежа “Тринити”, Кеймбридж,

през октомври 1956 г.)

Ервин Шрьодингер



Част I

Глава 1. Физическата основа на съзнанието

Проблемът

Светът е изграден от нашите усещания, възприятия и спомени. Удобно е да го разглеждаме като съществуващ обективно и независимо. Но той със сигурност не може да се прояви единствено посредством своето съществуване. Неговото проявяване се обуславя от твърде специални процеси в твърде специални части на същия този свят, а именно от определени събития, които протичат в мозъка. Това е твърде необикновено твърдение, което поражда въпросите: какви са особените свойства, с които се отличават тези мозъчни процеси и благодарение на които последните имат възможност да осъществяват подобно проявяване? Можем ли да отгатнем кои материални процеси имат такава способност и кои - не? Или, казано по-просто, какъв материален процес е пряко свързан със съзнанието?

Някой рационалист вероятно би дал категорично мнение по въпроса приблизително по следния начин. Основавайки се на собствения си опит и на аналогията с висшите животни, можем да смятаме, че съзнанието е свързано с определени видове процеси в организираната жива материя, а именно с определени функции на нервите. Колко далеч назад или “надолу” в животинското царство все още може да има съзнание и как би могло да изглежда то в своите ранни стадии - това са непредизвикани спекулации, въпроси, на които не може да се отговори и които могат да се оставят на празните фантазори. А още по-безполезно е да се впускаме в размишления относно възможността и други процеси, например процесите в неорганичната материя или дори всички материални процеси, по един или друг начин да са свързани със съзнанието. Всичко това е чиста фантазия, която е толкова неопровержима, колкото е и недоказуема, а поради това няма никаква стойност за познанието.

На онзи, който е склонен да възприеме подобно отхвърляне на въпроса, би трябвало да се посочи каква ужасяваща празнина в картината на света той по този начин позволява да остане. Защото функционирането на нервните клетки и мозъците в определени органични видове е твърде специфичен процес, чийто смисъл е доста добре изяснен. Това е особен механизъм, посредством който индивидът реагира на променливи ситуации, като по съответен начин променя поведението си, - механизъм на адаптиране спрямо променливата среда. Това е най-сложният и най-ефикасен механизъм измежду всички подобни механизми и където и да се появи, той заема доминиращо положение. Той обаче не е *sui generis* (единствен по рода си – бел. прев.). Големи групи организми и особено растенията осъществяват твърде сходни дейности по съвсем различен начин.

Готови ли сме да повярваме, че този твърде специален поврат в развитието на висшите животни - поврат, който в крайна сметка би могъл и да не се осъществи, е бил необходимо условие щото светът да проблесне пред себе си в светлината на съзнанието? В противен случай няма ли той да остане театрално представление пред празна зала, което не съществува за никого и поради това, казано направо, изобщо не съществува? За мен това би представлявало крах на картината на света. Стремежът да

намерим изход от тази задънена улица не трябва да се подтиска от страха, че можем да си навлечем подигравките на благоразумните рационалисти.

Според Спиноза (Бенедикт Спиноза, 1632 – 1677, холандски философ. - *бел. прев.*) всяко конкретно нещо или същество представлява модификация на безкрайната субстанция, т.е. на Бог. То се изразява посредством всеки от своите атрибути и по-специално посредством атрибута протяжност и атрибута мисъл.¹

Първият е неговото телесно съществуване в пространството и времето, а вторият - в случая на човек или животно - неговият разум. Но за Спиноза всяко неодушевено тяло е заедно с това “божий промисъл”, т.е. то съществува също и във втория атрибут. Тук се натъкваме на смелата идея за универсалната одушевеност, макар че тя не е нито първа по рода си, нито даже е първа в Западната философия. Преди две хиляди години йонийските философи (Йония - област в Мала Азия; йонийски философи - наричани още предсократици - ранните гръцки философи от 6 - 5 вв. пр.н.е., сред които най-ярка е школата на Парменид. - *бел. прев.*) получават поради тази идея прозвището *хилозоисти* (от гр. думи *хили* - “материя” и *зои* - “живот”; хилозоизмът е учение за всеобщата одушевеност на материята. - *бел. прев.*). След Спиноза геният на Густав Теодор Фехнер (1801 - 1887, немски физик, психолог, философ и писател. - *бел. прев.*) не се поколеба да припише душа на растенията, на Земята като небесно тяло, на планетната система и т.н. Аз не споделям тези фантазии, но при все това не бих желал да отсъждам кой е достигнал по-близо до най-дълбоката истина - Фехнер или банкрутиралите рационалисти.

Предварителен отговор

Виждаме, че всички опити да разширим областта на съзнанието, като си задаваме въпроса дали нещо подобно би могло да се асоциира по разумен начин с процеси, различни от нервните, по необходимост се натъква на недоказана и недоказуема спекулация. Но ние стъпваме на по-здрава почва, ако тръгнем в обратната посока. Не всеки нервен процес и далеч не всеки мозъчен процес е проява на съзнание. Много от тях не са, макар че физиологично и биологично те твърде много наподобяват “съзнателните” процеси както по това, че много често се състоят от аферентни импулси (аферентен - носещ към, центростремителен. - *бел. прев.*), последвани от еферентни, така също и по тяхното биологично значение за регулирането и времевото разпределяне на реакциите отчасти вътре в системата и отчасти спрямо изменящата се среда. В първия случай ние тук се натъкваме на рефлекторни действия във вертебралните ганглии и в онези части от нервната система, които те управляват. Но заедно с това (и занаят пред специално ще изучим този въпрос) съществуват много рефлекторни процеси, които преминават през мозъка и все пак изобщо не са част от съзнанието или практически са престанали да принадлежат към него. Защото в последния случай различието не е рязко - възникват преходни степени между напълно съзнателно и изцяло несъзнателно. Като изследваме различните представители на физиологично твърде сходни процеси, всичките протичащи в нашето собствено тяло, не би трябвало да е прекалено трудно да открием посредством наблюдения и разсъждения търсените от нас отличителни характеристики.

Струва ми се, че ключът трябва да се намира в следните добре известни факти. Всяка поредица от събития, в която ние учаваме с усещания, възприятия и възможно с действия, постепенно отпада от областта на съзнанието, когато същата поредица от събития се повтаря по един и същ начин много често. Но тя незабавно изниква в областта на съзнанието, когато при подобно повторение или поводът, или околните условия се различават от тези при предишните събития. При все това, но само в началото, в сферата на съзнанието попадат онези модификации или “диференциали”, които отличават новото събитие от предишните и поради това обикновено изискват “нови съображения”. За всичко това всеки един от нас би могъл да приведе десетки примери от собствения си опит, така че засега няма да посочвам такива.

Постепенното избледняване от паметта е от първостепенно значение за цялостната структура на нашия духовен живот, който изцяло е основан върху процеса на постигане на практически навици чрез повторение - процес, който Рихард Семон (1859 - 1918, немски зоолог. - *бел. прев.*) обобщил до представата за *Μνητε* (μνῆμη - памет. - *бел. прев.*), за която по-късно ще трябва да кажем повече. Единичното преживяване, което никога не се повтаря, е биологически несъществено. Биологичната ценност е само в научаването на подходящата реакция спрямо ситуация, която многократно се повтаря - в много случаи периодично - и винаги изисква една и съща реакция, ако организмът трябва да се отстоява. А от своя собствен душевен опит ние знаем следното. При първите няколко повторения в ума ни възниква нов елемент - “вече срещаното” или, както го нарича Рихард Авенариус (1843 - 1896, швейцарски философ. - *бел. прев.*), “гръбначното”. При често повтаряне цялата поредица от събития става все повече рутинна и все по-малко интересна, а реакциите стават още по-надеждни заедно с избледняването им от съзнанието. Момчето казва стихотворението, а момичето изсвирва сонатата за пиано даже “насън”. Ние вървим към работното си място по обичайния път, пресичаме улиците на обичайните места, завиваме по странични улици и т.н., докато мислите ни са заети с напълно различни неща. Но когато в ситуацията се появи съществен диференциал - да речем, пътят е преграден на мястото, където обикновено пресичаме, така че трябва да направим обход, - тогава този диференциал и нашата реакция спрямо него проникват в нашето съзнание, от което обаче могат бързо да избледнеят под праговата стойност, ако диференциалът се превърне в постоянно повтаряно действие. При наличието на алтернативни ситуации могат да се развият бифуркации, които по същия начин биват запечатани. Ние се отклоняваме към университетската лекционна зала или към физическата лаборатория в правилното място, без много да размисляме, при положение, че достатъчно често посещаваме и двете.

По такъв начин диференциалите, вариантите на нашата реакция, бифуркациите и т.н. се трупат едни върху други в неизмеримо изобилие, но само най-последните от тях остават в областта на съзнанието - само онези, по отношение на които живото вещество все още е в процес на научаване или на упражняване. Би могло да се каже - метафорично, - че съзнанието е наставник, който следи обучението на живото вещество, но оставя своя ученик сам да се справя с всички онези задачи, за които той вече е достатъчно подготвен. Но трябва дебело да подчертая, че това е само метафора. Единственият факт е, че само новите ситуации и предизвиканите от тях нови реакции се задържат в обсега на съзнанието; старите и добре усвоените отпадат от там.

Стотици и стотици умения и действия от ежедневието някога е трябвало да бъдат усвоявани и при това с много внимание и напрежение. Да вземем за пример първите

опити на малкото дете да проходи. Те очевидно са във фокуса на съзнанието; първите успехи на малчугана са съпроводени от неговите викове на радостно ликуване. Но когато зрелият човек завързва обувките си, светва лампата, съблича се вечерта, яде с нож и вилица... - всичките тези действия, които някога са били усвоявани с усилие, по никакъв начин не смущават мислите, от които той в този момент може да е погълнат. Понякога това може да стане причина за комични грешки. Известна е случката с един известен математик, чиято жена го заварила да лежи в леглото при загасени лампи, малко след като в дома им се събрали поканените от тях гости. Какво е станало? Той отишъл в спалнята, за да си смени ризата. Но самото действие на събличане на ризата вкарало погълнатия в мислите си човек в поредицата от действия, които обикновено извършвал при лягане.

Цялото това положение на нещата, така добре познато от *онтогенията* на нашия умствен живот, струва ми се, пролива светлина върху *филогенията* на несъзнаваните нервни процеси, каквито са биенето на сърцето, перисталтиката на храносмилателните органи и т.н. Поставени пред почти постоянни или регулярно изменящи се ситуации, те са усвоили трайно и надеждно своите функции и затова много отдавна са отпаднали от сферата на съзнаването. Тук ние също откриваме промеждутъчни случаи, каквото е например дишането, което обикновено става несъзнателно, но при промени в ситуацията, да речем, в задимен въздух или при астматична криза се изменя и става осъзнато. Друг пример е избухването в плач от мъка, радост или остра болка - действие, което макар да е осъзнато, трудно може да се контролира от волята. Съществуват също някои комични реакции от мнемонично наследена природа, каквото например е настръхването на косата от ужас, пресъхването на устата при силно вълнение и др. - реакции, които в далечното минало сигурно са били от някакво значение, но за човека са загубили смисъла си.

Съмнявам се дали всеки би се съгласил охотно със следващата стъпка, която се състои в това, че горните понятия се разпространяват и върху други процеси освен нервните. В момента аз само ще намекна за тази стъпка, при все че лично за мен тя е най-съществената. Защото това обобщение много точно пояснява проблема, с който започнахме. Кой материални процеси са свързани с или съпроводени от съзнанието и кои не? Отговорът, който аз предлагам, е следният: онова, което по-горе нарекохме и показахме, че е свойство на нервните процеси, е свойство на органичните процеси изобщо, т.е. те имат свойството, доколкото са нови, да се асоциират със съзнанието.

В схващането и терминологията на Рихард Семон онтогенията не само на мозъка, но и на цялата индивидуална сома е “добре запомненото” повторение на поредица от събития, които са ставали хиляди пъти по-рано по почти един и същ начин. Както знаем от своя собствен опит, неговите първи етапи са неосъзнати - първо в майчината утроба, а и през първите седмици и месеци, основната част от които преминава в сън. През това време детето продължава една древна еволюция и навици, като съществува в условия, които много малко се изменят. Последващото органично развитие започва да се съпровожда от съзнанието само дотолкова, доколкото някои от органите постепенно започват да взаимодействат с околния свят, адаптират функциите си спрямо измененията в ситуацията, изпитват външни влияния, подложени са на обучение и по много специфични начини се видоизменят от околната среда. Ние, висшите гръбначни, притежаваме такъв орган предимно в нашата нервна система. Следователно съзнанието е свързано с онези негови функции, които се адаптират посредством това, което наричаме опит спрямо изменяща се среда. Нервната система е мястото, в което нашият

биологичен вид продължава да е зает с филогенетични изменения; казано метафорично, това е “вегетативният връх” (*Vegetationsspitze*) на нашето стъбло. Ще резюмирам по следния начин основната си хипотеза: съзнанието е свързано с *обучението* на живото вещество, докато неговите умения (*Können*) са несъзнателни.

Етика

Даже без последното обобщение, което за мен е твърде съществено, но на други може да се стори доста съмнително, теорията на съзнанието, която очертах, като че ли проправя път към научното разбиране на етиката.

Във всички епохи и за всички народи основата на всеки етичен кодекс (*Tugendlehre*), който може да се възприема сериозно, е било и е самоотрицанието (*Selbstüberwindung*). Учението на етиката винаги приема формата на изискване, на заповед, на “ти трябва”, която по някакъв начин е противопоставена на нашата примитивна воля. Откъде възниква този необикновен контраст между “аз ще” и “ти ще”? Не е ли абсурдно от мен да се очаква да потисна примитивните си склонности, да отрека своето истинско “аз”, да бъда различен от онзи, който аз съм в действителност? Действително, в наше време, вероятно повече отколкото в други времена, ние доста често чуваме присмех към това изискване. “Аз съм, какъвто съм, освободете място за моята индивидуалност! Свободно развитие за възжеленията, които природата е заложила в мен! Всичките “трябва”, които препятстват това, са празна работа, попка измама. Бог е Природата и на Природата може да се вярва, че ме е създала такъв, какъвто искам да бъда”. Такива призови могат да се чуят от време на време. Не е лесно да се опровергае тяхната открита и брутална очевидност. Кантовият императив е откровено ирационален.

Но за щастие научната основа на тези призови е разядена от червеи. Нашето разбиране за “възникването” (*das Werden*) на организмите позволява с лекота да установим, че нашият съзнателен живот е - аз няма да кажа ще бъде, защото той действително по необходимост е непрестанна борба с нашето примитивно его. Защото нашият естествен “аз”, нашата примитивна воля с нейните вродени желания очевидно е духовен корелат на материалното наследство, получено от нашите прародители. Заедно с това ние като биологичен вид се развиваме и вървим в предната редица на поколенията; така че всеки ден в живота на един човек представлява малка частица от еволюцията на нашия вид, която все още е в пълен размах. Вярно е, че един-единствен ден в живота на отделен човек, а дори и целият живот на отделен човек е само малка дракотина на длетото върху вечно недовършената скулптура. Но цялата огромна еволюция, през която сме преминали, също е съставена от хиляди такива малки дракотини на длетото. Материалът за тази трансформация и основанието да предполагаме, че тя протича, без съмнение са наследствените спонтанни мутации. Обаче за подбора измежду тях решаващо значение и влияние има поведението на носителя на мутацията, неговите житейски особености. Или, другояче казано, произходът на видовете, привидно определените насоки, които следва селекцията, не биха могли да станат ясни даже за големите отрязъци от време, които в крайна сметка все пак са ограничени и ние твърде добре знаем тези ограничения.

И така, както разбираме, на всяка стъпка, във всеки ден от нашия живот, нещо от формата, с която дотогава сме разполагали, трябва да се измени, да се преодолее, да се отстрани и да се замени с нещо ново. Съпротивата на нашата примитивна воля е психическият корелат на съпротивата на съществуващата форма срещу преобразяващото я длето. Защото ние самите едновременно сме длетото и скулптурата, победителите и победените - това е едно истинско и непрестанно “самопобеждаване” (*Selbstüberwindung*).

Но няма ли да е абсурдно да предположим, че еволюционният процес непосредствено и значително се е отразил върху съзнанието, след като знаем неговите необикновено бавни темпове в сравнение не само с краткия отрязък на отделния живот, но даже с историческите епохи? Не протича ли той просто без да бъде забелязан?

Не. В светлината на нашите предишни разсъждения това не е така. Същността на тези разсъждения е, че съзнанието трябва да се смята свързано с физиологичните процеси, които непрестанно се изменят от взаимодействието с променящата се среда. Нещо повече, ние стигнахме до извода, че се осъзнават само онези изменения, които са все още в стадия на усвояването, и това трае дълго време - дотогава, докато те станат наследствено устойчива, добре усвоена и неосъзнавана придобивка на биологичния вид. Накратко казано, съзнанието е явление в зоната на еволюцията. Този свят просветва за самия себе си само където и само доколкото се развива и създава нови форми. Областите на застой се изплъзват от съзнанието. Те могат да се проявят само когато взаимодействат с области на еволюция.

Ако това се приеме за вярно, оттук следва, че съзнанието и разногласието със собствения “аз” са неразривно свързани и че те даже трябва да са взаимно пропорционални. Това твърдение звучи парадоксално, но зад него застават най-мъдрите хора на всички времена и народи. Мъже и жени, за които този свят е бил пронизан от ярката светлина на познанието и които с живота и словото си повече от всеки друг са формирали и преобразували това произведение на изкуството, наречено човечество, свидетелстват с устно и писмено слово и даже със собствения си живот, че повече от всеки друг са били раздирани от вътрешни противоречия. Нека това бъде утеха за онзи, който страда от същото нещо. Без това нищо трайно не би съществувало.

Моля да не ме разбирате погрешно. Аз съм учен, а не моралист. Не смятайте, че искам да предложа идеята за развитието на нашия биологичен вид към по-възвишена цел като аргумент за разпространяването на моралния кодекс. Това не може да е така, доколкото става дума за безкористна цел, за неегоистична мотивация и поради това вече предполага нравствена позиция. Чувствам се толкова неспособен, колкото и всеки друг, да обясня “трябва” на Кантовия императив. Моралният закон в своята най-проста обща форма (бъди безкористен!) е недвусмислен факт, той е реалност, с него е съгласно даже огромното мнозинство от онези, които не го съблюдават твърде често. За мен неговото загадъчно съществуване е признак, че сме в началото на една биологична трансформация от егоистично към алтруистично отношение, трансформация на човека в *социално животно*. За отделното животно егоизмът е добродетел, която позволява да се запази и усъвършенства биологичният вид; но за коя да е общност той се превръща в разрушителен порок. Едно животно, което се е заело да създава държави, без при това силно да ограничи егоизма, със сигурност ще загине. Филогенетично много по-древните създатели на държави, каквито са пчелите, мравките и термитите, напълно са се отказали от егоизма. Обаче неговият следващ етап - националният егоизъм или

накратко национализмът - при тях все още съществува с пълна сила. Пчелата работник, която попада в чужд кошер, бива убивана без никакво колебание.

Колкото до човека, изглежда че става нещо, което не е съвсем рядко явление. Над първата модификация много ясно се различават следите на втора в същата посока, възникнала значително преди първата да е даже отчасти осъществена. Макар че ние все още си оставаме доста отявлени егоисти, мнозина от нас започват да разбират, че национализмът също е порок, който трябва да бъде отхвърлен. Тук е възможно да възникне нещо много странно. Втората крачка - укротяването на враждите между народите - може да се улесни от факта, че първата крачка още е далеч от своето осъществяване, така че егоистичните мотиви все още са съществен фактор. Всеки един от нас е застрашен от ужасяващите нови оръжия на агресията и това го кара да желае мира между народите. Ако ние бяхме пчели, мравки или лакедемониjsки (спартански - бел. прев.) войни, за които личният страх е непознат, а малодушието е най-позорното нещо в света, войните не биха спирали. Но за щастие ние сме само хора и се страхуваме.

Разсъжденията и изводите в тази глава ме занимават доста отдавна - повече от тридесет години. Аз никога не съм ги изпускал от вниманието си, но сериозно ме безпокоеше подозрението, че те биха могли да бъдат отхвърлени заради привидната им близост с идеята за “наследяването на придобитите признаци” или, другояче казано, с ламаркизма. Не съм склонен да приема това. Но даже когато отхвърляме наследяването на придобити признаци, т.е. когато приемаме Дарвиновата теория на еволюцията, ние установяваме, че поведението на индивидите от един биологичен вид има значително влияние върху насоката на еволюцията, като по този начин имитира своеобразен псевдо-ламаркизъм. Това е обяснено и закрепено от авторитета на Джулиан Хъксли (1887 - 1975, английски биолог. - бел. прев.); за това ще стане дума в следващата глава, макар че тя беше написана с оглед на малко по-различен проблем, а не с единствената цел да се подкрепят изложените по-горе идеи.

Глава 2. Бъдещето на разбирането²

Биологична задънена улица?

Бихме могли, предполагам, да смятаме за извънредно невероятно, че нашето разбиране за света представлява някакъв определен или краен етап, някакъв максимум или оптимум. Тук аз нямам предвид просто че продължаването на нашите изследвания в различните области на науката, нашите философски проучвания и религиозни усилия най-вероятно ще разширят и обогатят съвременните ни възгледи. Онова, което бихме могли да постигнем по този начин в рамките на следващите, да кажем, две и половина хилядолетия, съотнесено с онова, което сме постигнали от времето на Протагор, Демокрит и Антистен, е незначително в сравнение с това, което аз тук имам предвид. Няма никакви основания да вярваме, че нашият мозък е върховният *non plus ultra* (не по-нататък, не по-горе - бел. прев.) орган на мисълта, в който светът се отразява. По-вероятно е даден биологичен вид да придобие подобно приспособление, чиято съответна образност да се съотнася с нашата, както нашата с тази на кучето или неговата с тази на охлюва.

Ако това е така, то - макар да не е от принципно значение, - ние се интересуваме по лични причини дали на нашето земно кълбо нещо подобно би могло да се постигне от наш собствен потомък или от потомъка на някой от нас. Земното кълбо е наред. То е чудесна нова квартира, в която условията за живот са се запазили все така приемливи от времето, което е изтекло (приблизително 1000 милиона години), за да се развием от най-ранните наченки до онова, което сме днес. Но наред ли сме самите ние? Ако приемем сегашната теория на еволюцията - а ние не разполагаме с по-добра, - може да ни се стори, че почти сме били изолирани от бъдещето развитие. Може ли да се очаква за човека бъдеща физическа еволюция, искам да кажа съществени изменения в нашия физически облик, които постепенно да се закрепят като наследствени признаци, точно както нашият съвременен телесен "аз" е закрепен от наследствеността - генотипни изменения, както би казал биологът в своята специализирана терминология? Трудно е да се отговори на този въпрос. Възможно е да се приближаваме към края на задънена улица, възможно е даже да сме стигнали до него. Това не би било изключително събитие и не би означавало, че нашият биологичен вид ще трябва много скоро да изчезне. От геологичните данни знаем, че някои видове и даже големи групи като че ли са стигнали до края на своите еволюционни възможности преди твърде много време, но не са измрели, а в продължение на много милиони години са останали непроменени или без забележими изменения. Например костенурките и крокодилите в този смисъл са много стари групи, останки от много далечно минало; а знаем също, че цялата голяма група от насекоми е повече или по-малко в една и съща лодка, като обхваща по-голям брой различни видове отколкото биологичните видове в цялото останало животинско царство. Но те са се изменили много малко през милионите години, докато за същото време останалата част от живота на земната повърхност се е изменила неузнаваемо. Онова, което е възпряло по-нататъшната еволюция на насекомите, вероятно е фактът, че те са възприели програмата (надявам се да не разберете погрешно този фигуративен израз) да носят своя скелет отвън, вместо отвътре, както правим ние. Такава външна броня, освен че осигурява защита в допълнение към механичната устойчивост, не може да продължи да расте, както костите на бозайниците растат между раждането и зрелостта. Това обстоятелство прави много трудни постепенните адаптивни изменения в живота на индивида.

В случая на човека като че ли няколко са факторите, които препятстват по-нататъшната еволюция. Спонтанните наследствени изменения - сега те се наричат мутации, - от които в съответствие с теорията на Дарвин "полезните" биват автоматично усвоявани, като правило представляват твърде малки еволюционни стъпки, които дават, ако изобщо дават, само незначително предимство. Ето защо в Дарвиновите изводи съществена роля е отредена на обикновено огромното изобилие на потомството, от което оцелява само много малка част. Защото само така едно малко подобрене в шансовете за оцеляване би имало някакви изгледи да се осъществи. Целият този механизъм, както изглежда, при цивилизования човек е блокиран - в някои отношения той даже е обратно насочен. Ние, изобщо казано, не желаем да гледаме как подобните нам създания страдат и загиват и затова постепенно сме създали държавни и обществени институции, които от една страна закрилят живота, порицават системното детеубийство, опитват се да помагат на всяко болно или крехко човешко същество да оцелее, докато от друга страна те трябва да заменят естественото елиминиране на по-малко пригодените и да им осигурят условия за преживяване. Това се постига отчасти пряко - посредством контрол на раждаемостта, - а отчасти като много от жените биват възпрепятствани да се осъществяват като майки. Понякога - и нашето поколение знае това твърде добре - бедствията на войната дават своя принос в този баланс. Милиони

възрастни хора и деца от двата пола загиват от глад, епидемии и стихийни бедствия. Докато в далечното минало е можело да се приема, че войните между малки племена или кланове са имали положителен селекционен ефект, съмнително е този ефект като цяло да е бил положителен, а в днешно време със сигурност не е. Войната означава безразборно убиване, така както постиженията на медицината и хирургията водят до безразборно спасяване на живот. И поради това нашата оценка е, че както войните, така и медицинското изкуство не могат да имат никаква селекционна ценност.

Безрадостният аспект на дарвинизма

Тези разсъждения подсказват, че като развиващ се биологичен вид ние сме дошли до застой и имаме много слаба перспектива за по-нататъшно биологично развитие. Но дори да е така, това не трябва да ни безпокои. Ние бихме могли, подобно на крокодилите и много от насекомите, да просъществуваме без никакви биологични изменения в продължение на милиони години. Все пак от определена философска гледна точка тази перспектива е потискаща и аз ще се опитам да приведа контрааргументи. За тази цел ще трябва да обсъдя един определен аспект от теорията на еволюцията, който се поддържа от професор Джулиан Хъксли в неговата известна книга за еволюцията (Julian Huxley. *Evolution: A Modern Synthesis*. G. Allen & Unwin, 1942) - аспект, който според него не винаги се оценява достатъчно от по-новите еволюционисти.

Популярните изложения на Дарвиновата теория могат да ви създадат тъжна и обезкуражаваща представа относно очевидната пасивност на организмите в процеса на еволюцията. Мутациите възникват спонтанно в генома - "наследственото вещество". Имаме основания да вярваме, че те се дължат главно на онова, което физикът нарича термодинамична флуктуация - с други думи на чистата случайност. Индивидът не оказва ни най-малко влияние върху наследственото богатство, което получава от своите родители, нито върху това, което оставя на своето потомство. Възникващите мутации са под въздействието на "естествения подбор на най-пригодените". Това сякаш отново ни извежда до чистата случайност, тъй като означава, че благоприятната мутация увеличава перспективата на индивида за оцеляване и за създаване на потомство, на което предава въпросната мутация. Извън това цялата останала негова жизнена дейност изглежда биологично несъществена. Защото нищо от нея няма влияние върху потомството: придобитите признаци не се наследяват. Всяко придобито знание и умение се губи, не оставя никаква следа, умира заедно с индивида, не се предава. При това положение едно интелигентно същество би заключило, че природата като такава се отказва от неговото съдействие - тя върши всичко сама, обрича индивида на пасивност и в крайна сметка на нихилизъм.

Както ви е известно, Дарвиновата теория не е първата систематична теория на еволюцията. Преди нея е теорията на Ламарк, която почива изцяло върху предположението, че всички нови признаци, които индивидът е придобил от конкретната околна среда или в резултат на поведението си през своя живот преди създаването на потомство, могат да бъдат предадени и обикновено се предават на неговото потомство, ако не изцяло, то поне като отделни елементи. Така например, ако поради живота си в скалиста или песъклива местност животното е изработило предпазни мазоли на ходилата си, тези мазоли могат постепенно да станат

наследствени, така че следващите поколения ще ги получат даром - без цялата несгода по придобиването им. По същия начин силата или ловкостта или даже значителната адаптация, придобита от даден орган поради постоянната му употреба с някаква цел, няма да се загубят, а ще се предадат, поне отчасти, на потомството. Този възглед не само предлага много просто обяснение на удивително развитата и конкретна адаптация на всички живи същества спрямо околната среда, но заедно с това е красив, той ободрява и окуражава. Той е безкрайно по-привлекателен от безрадостния аспект на пасивността, очевидно предлагана от дарвинизма. Едно интелигентно същество, което разглежда себе си като звено от дългата еволюционна верига, може в рамките на Ламарковата теория да е уверено, че неговите стремежи и усилия да усъвършенства способностите си - както телесни, така и духовни, - няма да бъдат загубени в биологичен смисъл, а ще съставят малка, но интегрална част от стремежа на биологичния вид към все по-голямо съвършенство.

За съжаление ламаркизмът не е защитим. Фундаменталното предположение, върху което той е основан, а именно, че придобитите признаци могат да бъдат наследени, е невярно. Доколкото ни е известно, не е възможно да бъдат наследени. Единичните крачки на еволюцията са онези спонтанни и случайни мутации, които нямат нищо общо с поведението на индивида през неговия живот. Затова ние се оказваме върнати обратно към безрадостния аспект на дарвинизма, обрисован по-горе.

Поведението влияе върху подбора

Сега искам да ви покажа, че това не е точно така. Без да изменяме нищо в основните предположения на дарвинизма, ние можем да видим, че поведението на индивида, начинът, по който той използва вродените си способности, играе съществена роля, а дори играе най-съществената роля в еволюцията. В идеите на Ламарк има едно много истинно ядро, а именно, че съществува неизкоренима причинна връзка между функционирането, реалното включване в полезна употреба на даден орган, на кое да е свойство, умение или телесен признак, и неговото развитие през поколенията, както и постепенното му усъвършенстване за целите, за които то намира полезна употреба. Моето твърдение е, че връзката между употреба и усъвършенстване е много правилно схващане на Ламарк и то се запазва в нашето съвременно разбиране на дарвинизма, но пък лесно се подминава при повърхностното тълкуване на дарвинизма. Нещата протичат почти така, като че ламаркизмът е верен, само че “механизмът”, по който стават нещата, е по-сложен, отколкото си го е представял Ламарк. Въпросът не е лесен за обясняване и разбиране и затова ще бъде добре предварително да резюмирам резултата. За по-голяма яснота нека си мислим за орган, макар че въпросният признак би могъл да бъде кое да е свойство, привичка, средство, поведение или даже кое да е малко допълнение или изменение на такъв признак. Ламарк предполага, че (а) органът се използва, (б) по този начин той се усъвършенства и (в) подобрението се предава на потомството. Това е невярно. Ние трябва да смятаме, че органът (а) претърпява случайни изменения, (б) полезните при употреба изменения се акумулират или най-малкото се сортират чрез селекция и (в) това продължава от поколение в поколение и селектираните мутации създават трайно усъвършенстване. Най-поразителната симулация на ламаркизма според Джулиан Хъкли възниква, когато първоначалните изменения, които дават начален тласък на процеса, не са истински мутации, още не са от типа, който се онаследява. При все това, ако това е изгодно, те могат да бъдат

маркирани по начин, който той нарича органична селекция, и, така да се каже, да трасират пътя по начин, който позволява истинските мутации веднага да бъдат уловени, когато се окажат в “желаната” посока.

Сега да вникнем в някои детайли. Най-същественият момент е да изясним как появата на нов признак или неговата модификация, придобита посредством вариация, посредством мутация или посредством мутация плюс някаква малка селекция, може с лекота да накара организма да прояви спрямо средата активност, която има тенденцията да увеличи ползата от този признак и по такъв начин да “насочи” селекцията към него. С притежаването на новия или видоизменен признак индивидът може да добие възможност да изменя своята среда - или като я променя, или като емигрира, - а може да промени своето поведение спрямо средата, като всичко това става по такъв начин, че силно да увеличи ползата от новия признак и с това да се ускори по-нататъшното селективно подобрение в същата посока.

Това твърдение може да ви се стори прекалено дръзко, доколкото то като че ли изисква индивидът да има цел и даже висока степен на интелигентност. Но аз искам да изтъкна, че моето твърдение, макар, разбира се, да включва интелигентното и целенасочено поведение на висшите животни, по никакъв начин не се ограничава само с тях. Да вземем няколко примера.

Не всички индивиди от една популация се намират в точно една и съща жизнена среда. Някои от дивите видове цветя растат в сенчести места, други са на слънчеви, някои са по високи планински склонове, а други - в ниските части или в долина. Дадена мутация - да речем, обилна листна маса, - която е благоприятна за високите места, ще се развива чрез селекция по големите височини, но ще се “губи” в долината. Ефектът е същият, като че ли богатите на листа мутанти са емигрирали към средата, която благоприятства по-нататъшната мутация в същата посока.

Друг пример. Способността на птиците да летят им позволява да строят гнездата си високо на дърветата, където новоизлюпеното им потомство е по-малко достъпно за някои от враговете им. Първоначално онези, които използвали това, са имали селекционно предимство. Втората стъпка е, че такъв вид подслон е спомагал за подбора на онази част от потомството, която е имала по-добри летателни качества. По такъв начин определена способност за летене създава изменение в жизнената среда или променя поведението спрямо нея, а това благоприятства акумулирането на същата способност.

Най-забележителната отличителна черта на живите същества е тяхното делене на биологични видове, много от които са невероятно специализирани за твърде особени, понякога фокуснически, изпълнения, на които се осланят за своето оцеляване. Всяка зоологическа градина е същинско представление на куриозни номера, които биха били още повече, ако можехме да надникнем в ежедневието на насекомите. Отсъствието на специализация е изключение. Като правило се усвояват такива чудати трикове, за които “никой не би помислил, ако природата не беше ги сътворила”. Трудно е да повярваме, че всички те са произтекли от Дарвиновото “случайно акумулиране”. Искаме или не, ние оставаме с впечатлението, че някакви сили или тенденции отвеждат встрани от “простото и обикновеното” по посока към усложненото. Изглежда, че “простото и обикновеното” представлява неустойчивото положение на нещата. А отклонението от него предизвиква появата на сили - така поне изглежда, - които действат по посока на

по-нататъшното отклонение и то в същата посока. Трудно е да се осмисли такова нещо, ако развитието на определено приспособление, механизъм, орган или поведение представлява резултат от дълга поредица от независими помежду си случайни събития, както обикновено се разсъждава въз основа на Дарвиновото първоначално схващане. Предполагам обаче, че в действителност само първата малка стъпка “в определена посока” има такава структура. Тя самата създава обстоятелствата, които - посредством селекция - “извайват пластичния материал” повече или по-малко систематично в посоката на предимството, придобито в началото. Метафорично би могло да се каже: биологичният вид е открил в каква посока се намира неговият шанс за оцеляване и следва тази посока.

Видоизменен ламаркизъм

Трябва да се опитаме да разберем в общ вид и да формулираме без привличане на анимизма по какъв начин една случайна мутация, даваща на индивида определени предимства за неговото оцеляване в дадена среда, би водела до нещо повече от това, а именно да увеличава възможностите за нейната полезна употреба, така че да насочи към себе си селективното въздействие на средата.

За да разберем какъв е този механизъм, схематично ще разгледаме жизнената среда като съвкупност от благоприятни и неблагоприятни обстоятелства. Сред първите са храната, водата, подслонът, слънчевата светлина и много други, а сред вторите са опасностите, идещи от други животни (неприятели), отровите и природните стихии. За краткост първите фактори ще наричаме “нужди”, а вторите - “неприятели”. Не всяка нужда може да се задоволи и не всеки неприятел може да се избегне. Но щом като е съумял да оцелее, биологичният вид трябва да е усвоил такова поведение, което му осигурява компромис между избягването на най-опасните неприятели и задоволяването на най-належащите нужди от най-лесно достъпните източници. Благоприятната мутация прави определени източници по-лесно достъпни или намалява опасността от определени врагове или и двете наведнъж. Поради това тя увеличава шансовете за оцеляване на индивидите, които са я получили, но заедно с това тя изменя най-благоприятния компромис, защото променя относителните тегла на нуждите или неприятелите, спрямо които играе роля. Индивидите, които - случайно или благодарение на своята интелигентност - променят по съответен начин своето поведение, ще бъдат повече облагодетелствани и по този начин ще бъдат селектирани. Промяната в поведението не се предава на следващото поколение нито от генома, нито от пряка наследственост, но това не означава, че тя по никакъв начин не се предава. Най-простият, най-примитивният пример ни предлага разгледаният по-горе биологичен вид на цветята (с район на обитаване по дълъг планински склон), развиващи мутант с богата листна маса. Тези мутанти, за които най-благоприятни са високите места, разпръскват семената си в такива области, където следващото поколение, взето като цяло, се е “изкачило по-нагоре по склона”, за да “се възползва по-добре от своята благоприятна мутация”.

При всичко това трябва да помним, че като правило цялата ситуация е извънредно динамична, борбата е твърде напрегната. При достатъчно многочислена популация, която оцелява, без съществено да се увеличава по численост, неприятелите обикновено превишават нуждите, така че индивидуалното оцеляване по-скоро е изключение. Нещо

повече, неприятелите и нуждите често пъти са свързани, така че дадена належаща нужда може да се удовлетвори само ако се преодолее страхът от даден неприятел. (Например антилопата трябва да отиде за водопой на реката, но лъвът също знае това място). Цялостната схема от неприятели и нужди е сложно преплетена. Поради това даже малкото изменение на определена опасност благодарение на дадена мутация може да се отрази значително на онези мутанти, които преодоляват тази опасност и по такъв начин избягват други. Това може да доведе до забележима селекция не само на въпросния генетичен признак, но също и на (очакваното или случайно придобито) умение за неговото използване. Този вид поведение се предава на потомството - например посредством научаване в широк смисъл на думата. На свой ред промяната в поведението усилва селективната ценност на всяка по-нататъшна мутация в същата посока.

Ефектът от подобно развитие може твърде много да наподобява механизма, описан от Ламарк. Макар че нито придобитото поведение, нито произтичащите от него физически изменения не се предават пряко на потомството, все пак поведението има значителен принос в процеса. Но причинната връзка не е тази, която Ламарк предполага, а по-скоро точно обратната. Не е поведението, което променя физическия облик на родителите и, благодарение на наследствеността, този на потомството. Тъкмо физическата промяна у родителите променя - пряко или непряко, посредством селекция - тяхното поведение и тази промяна в поведението се предава - било чрез пример или обучение, било даже по-примитивно - на потомството наред с физическото изменение, носено от генома. Даже ако физическото изменение все още не се онаследява, предаването на новия вид поведение "посредством обучение" може да се окаже много ефикасен еволюционен фактор, защото то отваря възможности за получаване на бъдещи наследствени мутации и създава готовност за най-добрата им употреба, с което да ги подложи на интензивна селекция.

Генетично установяване на навици и умения

Би могло да се възрази, че онова, което описахме тук, би могло да се случва от време навреме, но не може да продължава неопределено дълго, за да се формира механизмът на адаптивната еволюция. Защото самата промяна в поведението не се предава чрез физическо онаследяване, чрез наследственото вещество - хромозомите. Следователно тя отначало със сигурност не е генетично установена и затова трудно може да се разбере как би могла да се включи в наследствения фонд. Това само по себе си е важен проблем. Защото ние знаем със сигурност, че навиците се наследяват, както например се наследяват навиците за строене на гнезда при птиците, различните навици за поддържане на собствената чистота, които наблюдаваме при нашите кучета и котки, а това е само малка част от примерите. Ако това не може да се разбере в рамките на ортодоксалния дарвинизъм, той ще трябва да се отхвърли. Въпросът добива изключително значение, когато бъде отнесен спрямо човека, защото желанието ни е да стигнем до извода, че стремежите и трудът на човека съставят цялостен принос към развитието на биологичния вид в същинския биологичен смисъл. Смятам, че положението, накратко казано, е следното.

Според нашите предположения измененията в поведението вървят паралелно с тези на физическия облик - първо като следствие от случайно изменение на последния, а

много скоро при насочване на по-нататъшния селекционен механизъм по определени канали, защото щом поведението се е възползвало от първите рудиментарни изгоди, само по-нататъшни мутации в същата посока ще имат някаква селективна ценност. Но заедно с развитието (да речем) на новия орган поведението става все повече свързано с неговото съществуване. Поведението и физическият облик се сливат в едно цяло. Ние просто не можем да имаме ръце, без да ги използваме за постигане на целите си - иначе ръцете биха ни пречели (както често става с любителя актьор на сцената, защото той всъщност има фиктивни цели). Ние не можем да имаме развити криле, без да се опитваме да летим. И не можем да имаме добре модулиран орган на речта, без да се опитваме да имитираме звуците, които чуваме около нас. Да се направи разлика между притежаването на един орган и стремежа за неговото използване и за усъвършенстването на неговите умения чрез постоянна практика, да се разглеждат тези две неща като различни характеристики на въпросния организъм би било изкуствено разграничаване, станало възможно благодарение на абстрактния език, но нямащо съответен двойник в природата. Ние, разбира се, не трябва да мислим, че “поведението” в крайна сметка постепенно ще се намеси в хромозомната структура и там ще се сдобие със свое “местоположение”. Самите нови органи (а те наистина стават генетично установени) носят със себе си навиците и начина за тяхното прилагане. Селекцията би била безсилна да “създаде” нов орган, ако през цялото време организъмът не я подпомагаше за подходящата му употреба. А това е твърде съществено. Защото по този начин двете неща вървят съвсем паралелно и в крайна сметка, а по-точно на всеки отделен етап, се установява като едно нещо: *употребяван орган* - така, сякаш Ламарк е прав.

За илюстрация ще сравним този природен процес с начина, по който човекът прави някакъв инструмент. На пръв поглед тук има подчертан контраст. При произвеждането на някакъв фин механизъм ние навярно в повечето случаи ще го разваляме, ако сме нетърпеливи и бързаме многократно да го употребяваме, значително преди да сме го завършили. Докато природата, би казал някой, постъпва различно. Тя не може да създаде нов организъм и нови негови органи по друг начин освен с тяхната непрестанна употреба с изпробване и проверка на тяхната ефикасност. Но в действителност този извод е неверен. Правенето на един инструмент от човека съответства на онтогенезата, т.е. на израстването на единичен индивид от семето до зрелостта. Тук също намесата не е желателна. Младите създания трябва да бъдат закриляни, те не трябва да се включват в работа, преди да са придобили силата и уменията, присъщи на техния биологичен вид. Истинският паралел с еволюционното развитие на организмите би се илюстрирал например от една изложба на историята на велосипедите, където е показано как тази машина постепенно се е изменяла от година на година, от десетилетие на десетилетие, а същото се отнася и за локомотивите, автомобилите, аеропланите, пишещите машини и т.н. В този случай, точно както в природния процес, очевидно е от значение въпросната машина непрестанно да се употребява и по такъв начин да се усъвършенства; не че в буквален смисъл се усъвършенства от употребата, но от натрупания опит и от подобренията, които тя подсказва. Между другото велосипедът илюстрира споменатия по-рано случай на древен организъм, който е стигнал до тавана на своето съвършенство и затова е престанал по-нататък да се изменя. Все пак това не означава, че той непременно ще изчезне!

Опасностите за интелектуалната еволюция

Нека сега да се върнем към началото на тази глава. Ние започнахме с въпроса: може ли да се очаква по-нататъшно биологично развитие на човека? Нашето обсъждане ни доведе, надявам се, до два съществени пункта.

Първият е биологичното значение на поведението. Като се съобразява с вродените способности и с околната среда, а също като се адаптира към промените на всеки един от тези фактори, поведението, макар самото то да не е наследено, може все пак да ускори еволюционния процес с цели порядъци. Докато при растенията и при ниските етажи от животинската йерархия адекватното поведение се дължи на бавния процес на селекция или с други думи на проби и грешки, високата интелигентност на човека му помага да го осъществява по свой избор. Това неопенимо предимство може с лекота да компенсира препятствието на неговото бавно и сравнително рядко разпространение, което допълнително се намалява от биологично опасното съображение да не допуснем нашето потомство да превиши количеството, за което би могла да се осигури прехрана.

Вторият пункт, отнасящ се до въпроса дали при човека все още трябва да се очаква биологично развитие, е тясно свързан с първия. В известен смисъл ние стигаме до пълния отговор, а именно, че това ще зависи от нас и от нашите действия. Ние не трябва да очакваме нещата да станат наготово, вярвайки, че те се определят от неотвратима предопределеност. Ако желаем нещо, ние трябва да се потрудим за него. А ако не, тогава не. Точно както политическото и общественото развитие и изобщо поредицата от исторически събития не ни се сервират по капризите на съдбата, а зависят преди всичко от нашите дела, така и биологичното развитие, което не е нищо повече от история в големи мащаби, не трябва да се схваща като неизменима предопределеност, която се решава отнапред от някакъв природен закон. Във всеки случай за нас, които сме действащите субекти в драмата, това не е така, макар че за някакво върховно същество, което ни наблюдава така, както ние наблюдаваме птиците и мравките, би могло и така да изглежда. Причината човекът да е склонен да гледа на историята както в тесния, така и в широкия смисъл на думата, като на предопределено действие, управлявано от правила и закони, които той не е в състояние да измени, е твърде очевидна. То е, защото всеки отделен човек смята, че твърде малко е неговото въздействие върху света, освен ако не е способен да сподели мнението си с много други и да ги убеди да възприемат съответното поведение.

Що се отнася до конкретното поведение, необходимо за да се осигури нашето биологично бъдеще, аз само ще спомена един общ въпрос, който според мен е от първостепенно значение. В настоящия момент ние, струва ми се, сме пред голямата опасност да не попаднем на “пътя към съвършенството”. От всичко, казано досега, следва, че селекцията е неотменна необходимост за биологичното развитие. Ако тя бъде напълно изключена, развитието ще спре и дори ще тръгне назад. Казано с думите на Джулиан Хъксли: “... превесът на дегенеративната (губеща) мутация ще доведе до дегенерацията на даден орган, когато той стане безполезен и съответно селекцията повече не действа върху него, за да го поддържа на нужното ниво”.

Ето защо аз вярвам, че растящата механизация и “оглупяващият” ефект на повечето производствени процеси водят до сериозната опасност от обща дегенерация на нашия орган на интелигентността. Колкото повече се изравняват шансовете в живота на умния и на безотговорния работник поради замирането на занаятите и разпространението на монотонната и скучна работа на конвейера, толкова повече добрият мозък, сръчните ръце и острото око ще стават излишни. Фактически неинтелигентният човек, който

намира за по-лесно да се подчини на скучния труд, ще бъде благодетелстван; за него може да се окаже по-лесно да преуспее, да си създаде стабилно съществуване и да създаде потомство. В резултат може да се стигне даже до отрицателна селекция по отношение на талантите и дарбите.

Тежестите на съвременния индустриален живот наложиха да се предприемат определени мерки като например закрила на работниците срещу експлоатация и безработица, както и такива, насочени към повишаване сигурността и благоденствието им. Тези мерки са благоприятни и необходими. Но все пак не можем да си затворим очите пред факта, че облекчаването на отговорността на индивида да се грижи за себе си и изравняването на шансовете на всеки човек заедно с това имат тенденцията да премахнат състезанието на талантите и по такъв начин силно да попречат на биологичната еволюция. Добре разбирам, че този специфичен въпрос е твърде противоречив. Би могъл да се изтъкне силният аргумент, че грижата за нашето днешно благосъстояние трябва да превиши безпокойството за нашето еволюционно бъдеще. Но за щастие, така поне вярвам, те се движат заедно в съответствие с моя основен аргумент. След битовите нужди скуката е станала най-тежкият бич в нашия живот. Вместо да оставяме остроумните машини, които сме изобретили, да произвеждат растящи количества от ненужни предмети на лукса, ние трябва да ги развием в такава посока, че те да поемат от човешките същества цялата неинтелигентна, механична и “машиноподобна” работа. Машините трябва да поемат труда, за който човекът е прекалено добър, а не, както често се случва, човекът да върши работата, за която машината е твърде скъпа. Това няма да направи производството по-евтино, но ще направи по-щастливи онези, които са заети в него. Обаче малка е надеждата това да се осъществи, доколкото в целия свят доминира конкуренцията между големите фирми и концерни. А този вид конкуренция е толкова безинтересна, колкото е биологично безполезна. Трябва да си поставим за цел да възвърнем на нейното място интересната и интелигентна конкуренция на единичните човешки същества.

Превод: **Михаил Бушев**

(Erwin Schrödinger. What is Life? Mind and Matter. Cambridge University Press, 1998)

¹ Идеята за ‘протяжна субстанция’ (*res extensa*) и ‘мислеща субстанция’ (*res cogitans*) принадлежи на Рене Декарт (1596 - 1650) и Спиноза я развива в своето съчинение “*Основи на Декартовата философия*” (1663 г.). - бел. прев.

² Материалът на тази глава беше излъчен за пръв път през септември 1950 г. от БиБиСи във вид на поредица от три лекции, а по-късно беше включен в книгата “*Какво е животът? и други есета*”.