

НОБЕЛОВИТЕ НАГРАДИ ЗА 2004 г.

Кралската Шведска Академия на Науките присъди:

Нобеловите награди за:

* **ФИЗИКА:** за *“откриването на асимптотична свобода в теорията на силните взаимодействия”* съвместно и по равно: на

Дейвид Дж. Грос, Kavli Inst. for Theoretical Physics, Univ. of California at Santa Barbara, USA, роден на 19 февруари 1941 г. във Вашингтон; на

Хог Дейвид Политцер, California Inst. of Technology, Pasadena, CA, USA, роден на 31 август 1949 г. в Ню Йорк, американски гражданин; и на

Франк Вилчек, Center for Theoretical Physics, Massachusetts Inst. of Technology, Cambridge, MA, USA, роден на 15 май 1951 г. в Ню Йорк, САЩ.



David J. Gross



Hogg David Politzer



Frank Wilczek

* **ХИМИЯ:** съвместно на **Аарон Чикановер**, Израел, на **Аврам Хершко**, Израел (роден в Унгария), и на **Ървин Роуз**, САЩ, за *“откриването на повсеместното разграждане на протеините”*.

* **ЛИТЕРАТУРА:** на **Елфриде Йелинек**, Австрия, за *“музикалния поток от гласове и контрагласове в нейните романи и пиеси, който, с изключителен лингвистичен устрем, разкрива абсурдността на социалните клишета и тяхната покоряваща мощ”*.

Наградата в памет на Алфред Нобел на Шведската банка за

* **ИКОНОМИЧЕСКИ НАУКИ:** съвместно на **Фин Кидланд** и **Едуард Прескот**, САЩ, за *“приносите им в динамичната макроикономика: постоянството във времето на икономическата политика и движещите сили зад бизнес-циклите”*.

Нобеловото събрание при Каролинския институт

присъди Нобеловата награда за

* **ФИЗИОЛОГИЯ ИЛИ МЕДИЦИНА**: съвместно на **Ричард Аксел** и **Линда Бук**, САЩ, за “откриването на рецепторите на обонянето и на това как е организирана обонятелната система”.

Норвежкият Нобелов комитет

присъди Нобеловата награда за

* **МИР**: на **Вангари Маатай**, Кения, за “приноса ѝ за устойчиво развитие, демокрация и мир”.

По материали от *Internet*: **И. Русев**

ЕВОЛЮЦИЯ И ПОСТБИОЛОГИЧНИ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Цветан Б. Георгиев*

1. Увод

Възможността за съществуване на постбиологични цивилизации, при които еволюиралият разум е преживял епохата на плътта и кръвта и е преминал към изкуствен интелект на друга, неизвестна основа, е споменавана в литературата, но не е много популярна (вж. напр. [1]). Това е така не само защото неизвестната природа на предполагаемия извънземен интелект означава липса на конкретен предмет за дискусия, но и понеже хората не са свикнали да мислят в космическите мащаби на времето.

Повечето образовани хора са заети главно с оцеляването си в рамките на своя живот, но знаят че възходът и упадъкът на земните цивилизации трае хилядолетия, че културната еволюция на хората води началото си отпреди десетки хилядолетия, че човешките същества съществуват от няколко милиона години, че животът на Земята е на възраст около 3,8 млрд. г., а самата Земя – на около 4,5 млрд. г. Известно е още, че според резултатите от съвременните астрономически изследвания възрастта на Вселената е около 13,7 млрд. г., а също и това, че огромното мнозинство от астрономите изучават педантично и професионално конкретни физически процеси и явления във Вселената, но никъде не виждат прояви на извънземен интелект. Може само да се добави, че сред мислителите в голям мащаб най-настойчиви и най-интересни си остават фантастите.

Една малка част от учените, които се опитват да мислят за биологични явления в астрономически мащаби от време, са радетелите за търсене на извънземен интелект (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence, SETI*). Но базирайки се на познатата им земна история и еволюция, те обикновено смятат, че природата и психиката на извънземните са като нашите, а само техологичността им е много по-висока. Затова пропонентите на SETI резонно се опитват да намерят прояви на извънземен интелект с най-съвременни технически средства. През последните десетилетия тези напълно сериозни търсения, главно радио-астрономически, се разшириха и задълбочиха съществено.

От няколко години насам се провежда и разширява търсенето на необикновени сигнали сред ординарните записи на астрономически наблюдения, направени с 300 m радио-телескоп в Пуерто Рико. Това става чрез софтуер, който се предлага безплатно по Интернет и може да работи в режим на скрийн-сейвър на всеки достатъчно мощен персонален компютър, когато тай е включен, но не се използва. През 2004 г. броят на работещите по тази програма персонални компютри в света е вече над 4 млн., но необикновени сигнали, които да предизвикат нови, специално поставени прецизни радио-наблюдения не са открити.

И така, ако се приеме, че живот и разум съществуват и еволюират извън Слънчевата система, огромните възможни времеви мащаби на еволюцията – милиарди години – изпъкват фрапиращо. Но, както знаем от Артър Кларк, в космическите мащаби на времето нашият ограничен опит и интуиция водят до бързо изчерпване на въображението. Все пак, въпросът за възможното съществуване на извънземен интелект в космически мащаби от време, включително и на небиологична основа, е твърде интересен и е сред най-честите, които се задават към астронома. Авторът смята, че е несериозно такъв въпрос да бъде отхвърлян или пък да му се отговаря уклончиво и в тази статия е направил опит да систематизира основните съображения относно същността на проблема. Повече информация може да се намери напр. в

книгата “Проблемът SETI” [2], в списанията *Astrophysics and Space Science*, *Sky & Telescope* [3] и най-вече в новото специализирано списание *International Journal of Astrobiology* (ключова дума за Интернет – “astrobiology”).

2. Парадоксът на Ферми и неговите несигурни предпоставки

Резултатите от десетилетното търсене на прояви на извънземен разум с радио-астрономически средства всъщност усилват парадокса, носещ името на забележителния американски физик Енрико Ферми [4]. Той е дискутиран от големите физици на 20-и век, около 1950 г., преди епохата на радио-астрономическите наблюдения, но за съжаление това не е документирано (вж. напр. [5]). Парадоксът на Ферми гласи, че основателното, според учените, очакване във Вселената да има много цивилизации е съвсем несъвместимо с пълното отсъствие на признаци за тяхното съществуване. Фактически великото мълчание на Вселената изпъква като едно от най-интересните и важни “чудеса”, на което трябва да се обърне много сериозно внимание (вж. още цит. по-горе лит.). Обаче предпоставките на парадокса на Ферми се нуждаят от сериозен коментар.

Първо, очакването, че има много космически цивилизации подобни на нашата, се базира на убеждението, че биологическата форма на живот и разум е универсална и се поражда по естествен начин, стига да са налице необходимите условия. Обаче живата материя се отличава коренно от неживата по своята антиентропийна същност, т.е. по генетично заложената способност за повишаване на организираността на средата си и за еволюиране към по-сложни форми, а изследванията досега не дават намеци за възможно зараждане на жива от нежива материя. Същото се отнася и за възможните пътища за зараждане (или поява?) на човешкия разум. Има и нещо вероятно много по-важно – същността на разума. Разбирането на механизма на самосъзнаване на личността, което се смята за главната проява на разума, означава разумът да се “самопроумее”, а това изглежда по принцип невъзможно. Проблемът е много сериозен и е тясно свързан със следствията от теоремите на Гьодел за непълнотата [6]. Следователно, имайки само един пример за живот и интелект, чиито същности обаче не разбираме, ние можем само да вярваме, че животът и интелектът са универсални явления във Вселената.

Второ, в парадокса на Ферми се подразбира съществуване на извънземен разум с природа и психология подобни на нашите. Подразбира се и че този разум е склонен към технологична експанзия – поне до колонизиране на Галактиката, дори само чрез роботи. Тогава може да се пресметне, че след намиране на способ за преодоляване на междузвездните разстояния, дори със скорост доста по-малка от скоростта на светлината, за такава колонизация биха били достатъчни под 10 млн. г., т.е. по-малко от една хилядна от възрастта на Вселената. Обаче има нещо много по-фрапиращо – резултатът от допускането, че цивилизацията може да се развива с постоянен експоненциален темп на енергопотребление в течение на космически интервал от време. Да приемем, че този темп е 10 пъти на 1000 г., т.е. много по-нисък от сегашния. Тогава за период от 1 млн. г. натрупаният ръст следва да бъде 10 на степен 1 000 000/1000, т.е. 10^{1000} пъти. С такива примери се достига до абсолютно най-големите числа, които се получават като решение на “задача с думи”. За сравнение може да се посочи, че броят на атомите във Вселената е “само” около 10^{82} , с възможна грешка в рамките на ± 100 пъти. Изобщо, може да се пресметне, че при постоянен експоненциалния темп на развитие една цивилизация следва да посегне към енергията на цялата Вселена за време от порядъка на милиони години. Нека все пак да не повярваме, че това може да стане, но по принцип, имайки само един пример на цивилизация, на въпроса дали склонността към агресивност и колонизиране на всичко достъпно е универсално качество на цивилизацията отговаряме положително само чрез вяра.

Трето, твърдението в парадокса на Ферми, че няма наблюдаеми признаци за съществуване на космически цивилизации, също подлежи на критика. Очевидно се имат предвид само прояви на технологична дейност, подобна на човешката и достъпна за наблюдение със съвременни технически средства. Възможно е обаче такива признаци и дори сигнали да съществуват, но ние да не ги “забелязваме”, или официално да се смята, че тяхното съществуване не е доказано. Множество странни явления, например неидентифицирани летящи обекти, прояви на екстрасенство, телепатия и др. си остават с неизвестна природа. Простото отричане на съществуването на тези явления е несериозно, а при тях изпъква и един методологичен проблем. След Галилей науката традиционно борави с явления, които са измерими, повторяеми, а след изучаването им – и предсказуеми. За изброените необикновени явления дори резултати от тяхна статистика изглеждат съмнителни и очевидно трябва да се прилага някакъв друг подход на изучаване. А критиката към третата предпоставка на парадокса на Ферми е проста – не знаем какво друго освен радиосигнали би следвало да наблюдаваме и всъщност само вярваме, че няма никакви наблюдаеми признаци на извънземен разум.

И така, парадоксът на Ферми лежи на три доста нестабилни предпоставки – универсалността на пораждането на живот и разум от неживата природа, на склонността на разума към експанзия и на разбираемостта от наша страна на прояви на разума в космически мащаби. В тези три предпоставки, както се оказва, ние просто вярваме. Обаче подчертаният тук скептицизъм и използването на понятието “вяра”, изтъкват още повече сериозността на парадокса на Ферми – едно от най-големите предизвикателства към човешката мисъл. Освен това той директно лансира мисълта, че щом наблюдаеми признаци на цивилизации няма, значи извънземни цивилизации просто не съществуват. Сам по себе си този извод може да се разглежда като важно указание за единственост и уникалност на нашата цивилизация и дори за спиране на финансирането на програмите SETI. Това, за щастие, не става. Явно вярата, че нашата цивилизация не би могла да е уникално явление във Вселената, е по-силна от изтъкнатите по-горе, пак почиващи на вяра аргументи.

Предлагани са множество решения на парадокса на Ферми [7]. Едно такова, което се обсъжда по-долу, е, че ние живеем в постбиологична Вселена, в която има низши форми на живот и разум (например – на Земята), но има и висши такива, при които разумът е надживял природата и психологията на биологическата си основа и е преминал в други, непознати засега форми на съществуване. Приемането на такава идея би могло да стимулира нови изследвания и в частност да насочи някои програми SETI към търсене на живот и разум от свършено друго, макар и засега неясно естество. Възможностите за контакти между космически цивилизации в рамките на Нашата галактика са разгледани сериозно от московския астроном В. Липунов [8] и възпроизведени в цитираната публикация [1] на автора.

3. Предпоставки за съществуването на постбиологични цивилизации

Да се върнем отново към мисълта за еволюция на интелект в течение на примерно 5 млрд. г. – около 50 млн. пъти повече от стогодишната възраст на нашата технологична цивилизация. Сблъскването с такъв огромен период от време естествено поражда мисълта, че едни толкова “стари” извънземни, ако още съществуват, може да са станали много, много по-различни по природата си от нас. Колко много – пак не е ясно, но това означава че те биха могли да бъдат и незабележими с нашите технически средства. Идеята за възможно съществуване на постбиологични цивилизации налага да бъдат оценени максималният и минималният срокове на съществуване на цивилизацията, както и да бъдат обосновани предпоставки за изкуствено (умишлено) преминаване към постбиологичен етап. Ще разгледаме тези въпроси по-надолу.

Според последните резултати от астрономическите изследвания възрастта на Вселената е 13,7 млрд. г. ($\pm 1\%$), а първите звезди са се формирали в протогалактиките около 200 млн. г. след Големия взрив (вж. напр. [9]). Звездите от първо поколение са се състояли само от водород и хелий в съотношение около 77:23. Тези звезди са били 300 – 1000 пъти по-масивни от Слънцето и поради това са еволюирали до генериране на тежки елементи в ядрените си области твърде бързо – за по-малко от 1 млн. г. След изчерпване на възможните термоядрени реакции, тези звезди са колапсирани под действието на тежестта на външните си слоеве и след това са избухвали като свръхнови звезди, разпръсквайки в околното пространство вещество, обогатено с тежки елементи. От това вещество преди около 12,5 млрд. г. са се образували първите звезди от второ поколение – както масивни, така и малкомасивни, подобни на нашето Слънце. Най-масивните звезди отново са еволюирали бързо и избухвайки са дообогатявали космическата среда с тежки елементи, а мнозинството – най-малкомасивните, с предполагаем живот над 10 млрд. г. – съществуват и днес. Процесът на формиране на звезди от междузвездна среда в големите галактики, подобни на Млечния път, продължава и сега, но с по-нисък темп.

Има основания да се смята, че първите планети от скален тип, подобни на Земята, Марс и Венера, са се формирали заедно с първите звезди от второ поколение преди около 12,5 млрд. г. (вж. напр. [10]). Имайки предвид възрастта на Земята – около 5 млрд. г. – и смятайки, че този единствен известен нам пример е типичен за Вселената, следва да заключим, че първите цивилизации биха могли да се появят не по-рано от 6,2 млрд. г. след Големия взрив. Тези цивилизации, ако ги има, днес биха били на огромната възраст (lifetime) $L \approx 7,5$ млрд. г. Това е една оценка на максималната възраст на цивилизация в Нашата вселена. Друга такава оценка може да се получи, ако се предположи, че цивилизацията не променя съществено средата си на съществуване и не напуска околностите на звездата си. Тогава, понеже звезда от слънчевия тип съществува около 10 млрд.г., а цивилизацията “губи” около 5 млрд. г., за да се зароди, максималното време на живот на такава цивилизацията би следвало да бъде около 5 млрд. г.

Дали обаче космическите условия позволяват на цивилизацията да доживяват възрасти $L = 5 - 7,5$ млрд. г.? Незадължително. Въпросът е от най-трудните, но някои съображения относно възможни катастрофи са известни. Избухванията на свръхнови звезди и космическите гама лъчи биха могли да причинят гибелта на цивилизацията и от тази гледна точка се получава $L = 10 - 200$ млн. г. [11]. Сблъскванията с астероиди и комети също могат да имат фатални последици и тогава се получава $L = 300$ хил. – 10 млн. г. [12].

Може да има и други ситуации. При движението си около центъра на галактиката всяка дългоживееща звезда, като Слънцето, преминава през междузвездни облаци от газ и прах, чиято най-голяма плътност е в спиралните ръкави на Галактиката. В такива случаи поглъщането на светлината би могло да бъде толкова силно, че да причини преохлаждане на планетата и гибелта на цивилизацията. Слънцето е разположено между два спирални ръкава и на особено благоприятното разстояние, 25-30 хил. светлинни години, от центъра на галактиката, където орбиталната скорост почти съвпада със скоростта на въртене на спиралната структура. Затова преминавания през гъсти облаци от газ и прах следва да са много редки. Все пак период от около 200 млн. г. между появата и изчезването на животински и растителни видове на Земята, съвпадащ с периода на обикалянето на Слънцето около центъра на Галактиката, се проявява.

Специално внимание заслужава и звездата, която “топли” цивилизацията. Смята се, че дългопериодични и неголеми по амплитуда намалявания на светимостта на Слънцето предизвикват ледникови периоди, като при някои от тях изчезват цели животински и растителни видове (вж. напр. [13]). Такива явления също могат да предизвикат гибелта на цивилизацията.

Накрая, възможно е една агресивна и експанзивна цивилизация като нашата да се самоунищожи. През 20-и век десетилетия наред песимистите вещаеха предстояща ядрена

война. За съжаление война наистина можеше да започне във всеки момент, включително и по случайно стечение на обстоятелства. По същото време оптимистите и идеолозите на SETI, като Френсиз Дрейк, Карл Сейгън, Йосиф Шкловски и др., твърдяха, че една технологична цивилизация от земен тип би могла да съществува дори 10 хил. г. Трябва да се отбележи, че в зряла възраст Шкловски става краен песимист [14]. Периодът от време от 10 хил. г., разбира се, няма сериозна научна основа. Все пак минималната възраст на една технологична цивилизация – нашата – е известна, тя е $L = 100$ г. И така, на трудния въпрос каква може да бъде характерната продължителност на съществуването на една цивилизация от земен тип, засега можем да отговорим с възможна грешка от около 1 млн. пъти – от 100 г. до 200 млн. г. Тази отчайваща неопределеност, обаче, не е достатъчна за спиране на проучванията по темата.

Проблемът за възможното съществуване на постбиологични цивилизации възниква главно от анализа на еволюцията на нашата цивилизация. Тази еволюция е технологична, обществена и културна. Въпреки че разполагаме само с един пример, някои важни факти изпъкват. Известно е, че човешкият геном не е еволюирал през последните 2 млн. г. и се смята, че той не би еволюирал през следващите милиони години. Обаче известната ни обществена и културна еволюция е значителна. Преди Дарвин е изглеждало, че развитието на обществото става на етапи и заедно с това – от хаоса към порядъка или от простото към сложното. Смята се, че Дарвин първи обосновава наличието на естествен подбор не само в природата, но и в общественото развитие, където оцелява и се налага по-рационалното общество. Нека да се задоволим само с това заключение, понеже проблемът е много по-сложен и излиза извън темата на тази статия. Читателят може да намери подробности и цитирана съвременна литература, напр. у Дик [1].

Очевидно се налага да екстраполираме внимателно общественото развитие и да видим очертават ли се някакви предпоставки за преход към постбиологична цивилизация. Важно е да се отбележи, че новите полета на човешката дейност оказват преломно въздействие върху обществото и културата. Известен пример е, че развитието на мореплаването е било пусков механизъм за начало на технологичното общество през 15-и век. Друг важен съвременен пример е, че полетите на хора до Луната наложиха бързото развитие на интегралните микросхеми и в резултат на това само за около 20 год. настъпиха съществени изменения в съвременното общество – компютрите станаха евтини и общодостъпни, производствените разходи за огромно количество стоки намаляха съществено, а жизненият стандарт в развитите страни се повиши рязко. Освен това беше създадена глобална Интернет-мрежа – едно техническо, обществено и културно постижение, непредвидено от фантастите дори в средата на 20-и век. Стана и нещо много по-важно – комунизмът се оказа съвсем неуместен и отивайки си остави света без непосредствената заплаха от ядрена война.

И така, традиционните изяви на човешкия интелект, които винаги са влияли силно върху развитието на обществото, са опитите да бъдат разбрани по-дълбоко строежът и еволюцията на Вселената, структурата на материята, както и същността на живота и разума. През втората половина на 20-и век се очертаха ясно нови полета на дейност – генно инженерство, биотехнологии, нанотехнологии и междупланетни полети. Като че ли се оформя и нов подход към проблема за изкуствения интелект, където обаче прагът за самоосъзнаването изглежда непреодолим. Прочее, имайки предвид изложените до тук съображения, може да приемем, че развитието на обществото (цивилизацията) следва един интелектуален принцип, формулиран от Дик [1], примерно така: основната движеща сила на общественото развитие е разширяването на знанията и уменията на интелекта. Следователно може да се предвиди, че ако в даден момент възникнат възможност и необходимост от умишлено преустройство на разума на нова, небιологична, даже нетехнологична, основа, това би станало. Една важна предпоставка за допускането на такава възможност продължава да бъде и парадоксът на Ферми.

От горното изложение следва, че във Вселената може да съществуват цивилизации на възраст до около 7,5 млрд. г., но дори и 200 млн. г. съществуване са огромен срок. Така стигаме и до схващането, че на даден етап от развитието си биологичната цивилизация (БЦ) би могла да премине изкуствено (умишлено) в постбиологична цивилизация (ПБЦ). Остава да се дадат някакви идеи за природата на ПБЦ. Това очевидно е изключително трудно и на първо място трябва да се питаме какви въпроси следва да се поставят. Следователно дори една чернова на въпросник по темата би била принос към изучаването на този крайно необикновен проблем.

4. Инженерни и научни въпросници

Има две характерни системи от въпроси, които се формулират при изучаването на два съществено различни типа обекти. Едната е израз на инженерен подход. Ако разглеждаме една съществуваща машина, например автомобил, стандартните въпроси са предназначение, история (произход), устройство и действие. Отговорите на такива въпроси се смятат за лесни. Другата система въпроси е характерна за природонаучния подход. Ако изучаваме едно явление или процес, главните въпроси са как, защо и с каква цел. Могат да се посочат много примери, при които намирането на отговорите дори само на първия от тези въпроси е довело до значителен научен прогрес.

Ето такъв пример – движението на една планета около Слънцето. На първия въпрос – “как” – днес се отговаря лесно: планетата се движи по законите на Кеплер. Вторият въпрос – “защо” – е по-труден и поражда поне три отговора: (а) планетата не пада на Слънцето, защото се движи по инерция и при равновесие на центробежната и гравитационната сили; (б) движението е следствие от момента на въртене на протопланетния пръстен; (в) произходът на момента на въртене, както и на протопланетния пръстен не са много ясни. Третият въпрос – “с каква цел съществува и се движи планетата” – е направо страшен. На него нямаме “научен” отговор. Такива въпроси се обсъждат в литература с философски или религиозен характер, но те се задават и от деца в предучилищна възраст. Това всъщност е част от въпроса за смисъла на раждането и съществуването на Вселената, на живота, на разума, на цивилизацията. Смята се, че всеки опит за обоснован отговор на такъв въпрос води по научен път до идеята за Бога (вж. още [15]).

Много поучителна в това отношение е личната кореспонденция на Алберт Айнщайн и великите физици от неговото поколение, където са отразени множество опити да проумеят нещо в тази насока (вж. напр. [16]). Ето какво пише Айнщайн в известно писмо до приятеля си Морис Соловин през 1952 г.:

“Вие намирате за учудващо, че говоря за познаваемостта на света (доколкото имаме право да говорим за такава) като за чудо или вечна загадка. Какво пък, ние априори следва да очакваме хаотичен свят, който е невъзможно да бъде опознат с помощта на мисълта. Можем (или трябва) да очакваме, че този свят само дотолкова се подчинява на закони, доколкото ние сме в състояние да го подредим с разума си. Това обаче би било подредба, подобна на подредбата по азбучен ред на думите на някакъв език. Напротив, подредбата, която внася например нютоновата теория на гравитацията, носи съвсем друг характер. Въпреки че аксиомите на тази теория са създадени от човек, нейният успех предполага съществена степен на подреденост на обективния свят, каквато ние априорно нямаме никакви основания да очакваме. Тъкмо това е “чудото” и колкото по-нататък се развиват нашите познания, толкова по-вълшебно става то. Позитивистите и професионалните атеисти виждат тук уязвимото място, понеже те се чувстват щастливи от съзнанието, че не само са успели да изгонят Бога от този свят, но и “да лишат света от чудеса”. Любопитното е, че ние трябва да търпим признаването на “чудото”, тъй като нямаме други законни пътища да излезем от това положение. Искам особено

да подчертая това, за да не си помислите, че аз, отслабнал на стари години, съм станал жертва на поповете...”

По-долу ние ще продължим да бъдем атеисти (невойнстващи!) и ще се опитаме да си представим какво биха могли да представляват ПБЦ.

Нека да отбележим още, че разгледаният въпросник за движението на планетата е само на “първо ниво”. Същите въпроси, но на “по-дълбоко ниво”, могат да се зададат и за гравитацията, инерцията и т.н. По-долу ще се задоволим само с набелязване на въпроси от “първо ниво”, на базата на инженерния въпросник. Разбира се, повечето от проблемите, с които се сблъскваме тук, изглеждат като непревземаеми крепости сред голо поле, но историята на науката свидетелства, че систематизацията и правилното формулиране на въпросите винаги е предлагало конкретните научни резултати.

5. Чернова на въпросник по постбиологични цивилизации

И така, предназначението на една съществуваща машина се обяснява на потребителя лесно, той е външен субект, а освен това познава и други машини или подобни сложни неща. Макар и неочаквано, при ПБЦ сме в същата ситуация и отговорът на въпроса за предназначението изглежда очевиден – ПБЦ е предназначена да продължи съществуването на интелекта при по-благоприятни природни и/или обществени условия. Трябва обаче да се изтъкне, че проблемът с предназначението на първообраза на ПБЦ – БЦ, и по-точно с каква цел тя съществува – е може би “най-страшният”. Още повече, че в този случай субектът – ние – сме част от това, което трябва да разберем. Нещо повече, както вече видяхме, ние не разбираме дори същността на предпоставките на БЦ – биологичния живот и разум. Все пак някои подробности на БЦ, които се обхващат от по-простите въпроси, като че ли разбираме – как (при какви закономерности) и защо (поради какви движещи сили) съществува и се развива нашата БЦ (вж. по-горе).

По отношение на произхода на ПБЦ като че ли също нямаме проблем – предшественикът е БЦ. Остава да се систематизират въпросите, свързани с преходния период – кога и защо се налага той, кой и как го провежда, колко дълго трае и т.н.

Следват тежките въпроси. Вместо за устройството на машината, следва да се пита за физическата основа и взаимната връзка между компонентите на ПБЦ, обмяна на вещества и/или енергия с околната среда, раждане, смърт (или безсмъртие) на индивиди и колективи, източник на интелектуална енергия, морал и т.н. Последните два въпроса са необикновено трудни и при БЦ. Произходът и природата на източника на интелектуална енергия, която движи градивните усилия на всеки човек, е напълно непонятен и само се предполага, че смъртта на индивида съвпада с пълното изчерпване на този източник. Специален интерес представлява и същността на понятията за добро и зло, които очевидно съществуват и участват в определянето на поведението на всеки човек от най-ранна възраст, а основата им е съвсем неясна.

По-нататък вместо за действие на машината, следва да се пита за особености на съществуването на ПБЦ и възможните им забележими прояви. Особено важно би било да се набележат прояви на ПБЦ, които биха били наблюдаеми със съвременни средства, вкл. неастрономически и нетехнически. Накрая би трябвало да се пита за евентуалната еволюция на ПБЦ, както и за евентуално множество от преходи към нови носители на интелекта.

6. Заключение

В тази статия, посветена на необикновения и малко популярен проблем за ПБЦ, са изтъкнати няколко неща: (1) При подхода към проблемите на ПБЦ не бива да се забравят възможните огромни времеви мащаби на явленията. (2) При цитиране на принципа на Ферми като довод за едно или друго твърдение трябва да се има предвид, че допусканията, на които се основава той, търпят критика. (3) Въпреки че основата на живота и разума не са ни ясни, и че парадоксът на Ферми е вероятно най-голямото предизвикателство към човешкия разум, идеята за съществуване на ПБЦ има съвсем реални предпоставки. Сред тях са очевидното влияние на развитието на знанията и уменията на интелекта върху нивото на цивилизацията, развитието на нови високи технологии и създаването на условия за нов подход към проблема за изкуствения интелект. (4) Проблемът какво още и как да търсят програмите SETI продължава да е актуален и един обоснован въпросник относно предполагаемата същност на ПБЦ би бил крайно полезен. (5) Отбелязаното отсъствие на адекватна методология за изучаването на необикновените природни и човешки феномени, което е страничен въпрос в тази статия, изглежда за автора не по-малко научно предизвикателство от самите феномени.

Накрая следва да се отбележи, че проблемът за евентуалното съществуване на ПБЦ, обсъждан в тази статия, който очевидно изглежда повече предмет на фантастиката, е свързан с множество съвременни научни направления – от изследването на генома до тъмната енергия във Вселената. Изобщо казано, знанията изглеждат като архипелаг в Океана на незнанието и може би не само границите между знанието и незнанието – крайбрежията на архипелага – но и самият Океан на незнанието, като цяло, заслужава специално внимание. Как да стане това? Не е ясно, но е сигурно, че простото подминаване на най-трудните проблеми и тяхното неспоменаване дори в университетски учебници, не е добра стратегия.

Все пак авторът смята, че представянето на проблема за ПБЦ като опит за поглед към един от хоризонтите на Океана на незнанието, направено тук бегло, е поучително и може да породи у читателя нови ценни идеи.

Благодарности. Авторът изказва голямата си признателност на колегите Валери Голев и Иван Паров, които изказаха ценни препоръки по ръкописа на статията.

* Институт по Астрономия – БАН.

Литература

[1] S. J. Dick, 2003, *Intern. J. of Astrobiology*, 2(1), 65-74; Ц. Б. Георгиев, 2001 г., *Астр. Календар на ИА при БАН*, 118-122, и цит. лит.

[2] “Проблемът SETI”, София, Наука и Изкуство, 1979 г.

[3] *Astrophysics and Space Science*, v. 252/1, 252/2, 1997; *Sky & Telescope*, v. 96/6, 1998; v. 98/1, 1999.

- [4] За Ферми вж. напр. Ф. Уилчек, *Светът на физиката*, 1/2003, 21-37.
- [5] С. Sagan, 1963, *Planet Sp. Sci.* 11, 465.
- [6] Д. Хилберт, П. Бернайс, *Основания математики*, Москва, Наука, 1982 г.
- [7] S. Webb, *If the Universe is Teeming with Aliens... Where is Everybody?: Fifty solutions of the Fermi paradox...* Copernicus Books and Praxis, New York, 2002.
- [8] В. Липунов, 1988 г., *Астрономический журнал*, 65, 433.
- [9] С. Seife, 2003, *Science*, 299, 291-293.
- [10] R. B. Larson, V. Bromm, 2001, *Science*, 285, 64-71.
- [11] J. Scalo, J. C. Wheeler, 2002, *Astrophys. J.*, 566, 723-787.
- [12] С. R. Chapman, D. Morrison, 1994, *Nature*, 367, 33-34; L. Becker, 2002, *Sci. Am.*, 286, 76-83.
- [13] Вл. Дерменджиев, 1997 г., *Спокойното и активно Слънце*, Академ. изд., София; Б. КОМИТОВ, 2001 г., *Циклите на Слънцето, климата и цивилизацията*, Алфамаркет, Ст. Загора.
- [14] Й. Шкловский, *Проблемы современной астрофизики*, Москва, Наука, 1982 г.
- [15] V. Lipunov, 1997, *Astrophys. Sp. Sci.*, 252, 73.
- [16] Я. Френкел, в *Эйнштейновский сборник*, 1974 г., с. 385.

ИСТОРИЯ НА УСКОРИТЕЛИТЕ В СССР

Динко Динев*

1. Първи разработки – 30-те години на 20-ти век

През 20-те години на миналия век център на физическите изследвания в бившия СССР, а сега Русия и останалите независими държави от ОНД, е бил Ленинградският физико-технически институт (ЛФТИ), създаден през 1918 г. от А. Ф. Йоффе. В ЛФТИ се е работило по редица от най-перспективните направления във физиката за онова време. Научният колектив, макар и твърде млад (повечето сътрудници били на възраст под 30 год.) включвал имена, които по-късно получават едно наистина световно признание: Н. Н. Семьонов, И. К. Кикоин, Я. Г. Дорфман, А. И. Лейпунски, К. Д. Синелников, А. К. Валтер, Л. А. Арцимович, А. П. Александров, А. И. Алиханов, Ю. Б. Харитон, Д. А. Рожанский, Г. М. Франк, Я. И. Френкель, Л. Д. Ландау, М. И. Бронштейн и мн. др. Под ръководството на Йоффе в ЛФТИ бил създаден уникален климат на доброжелателност, колегиалност и безгранична любов към физиката.

Научни групи от ЛФТИ стават ядрата на възникналите по-късно физически институти в Свердловск (сега Екатеринбург), Харков (сега в Украйна) и Томск.

Именно в Харковския физико-технически институт е създаден през 1932 г. първият ускорител на заредени частици в СССР – високоволтов ускорител на протони до енергия 500 KeV. С негова помощ К. Д. Синелников, А. К. Валтер и А. И. Лейпунски успяват да повторят разцепването на ядрата на лития $\{^7\text{Li}(p, \alpha)^4\text{He}\}$ само два месеца след Кокрофт и Уолтън в Кавендишката лаборатория.

По-късно А. К. Валтер се насочва към разработването на електростатичен ускорител с генератор на Ван де Грааф като източник на високо напрежение. През 1938 г. в Харков е пуснат в действие електростатичен ускорител, ускоряващ протони до енергия 3,6 MeV.

Първият малък експериментален циклотрон е построен в Радиевия институт в Ленинград през 1933 г. (две години след Лоурънс в Бъркли). Той ускорявал протони само до 530 KeV. В Радиевия институт започва строителството и на по-голям циклотрон с диаметър на полюсите на магнита 1 m. Но тази разработка се сблъсква с разнообразни трудности, свързани със създаването на магнитното поле и поддържането на висок вакуум в камерата на циклотрона.

И тук на сцената се появява И. В. Курчатов.

По това време Курчатов работел в ЛФТИ. Отначало той се занимавал с експериментални изследвания във физиката на диелектриците. В началото на 30-те години на миналия век обаче, вдъхновен от резултатите на Ф. Жолио-Кюри и Е. Ферми, Курчатов се обръща към ядрената физика. При облъчване на ядрата на бром с неутрони през 1935 г. той открива явлението ядрена изомерия. Теоретичното обяснение на това явление е дадено една година по-късно от Вайцекер и се състои в наличието на възбудени метастабилни състояния в ядрата. Първоначално като източник на неутрони Курчатов използвал радиоактивен радиево-берилиев източник. Но интензивността на неутроните от радиоактивните източници е ниска. По това време Л. Алварец започва да използва за източник на неутрони в Бъркли циклотрон и така успява да получи на три порядъка по-големи неутронни потоци.

Научавайки за резултатите на Алварец, Курчатов решава да опита новата методика и се обръща към колегите си в Радиевия институт. Но строящият се там циклотрон още не

работи. И тук се проявяват вродените качества на Курчатов на ръководител. Без съмнение Курчатов бил физик-експериментатор от висока класа. Получените от него резултати със сегнетоелектриците и с ядрената изомерия са важни научни приноси. Но истинската стихия на Курчатов е организацията на научните изследвания. Веднъж захванал се за някаква задача, той обезателно я довежда до успешен край. Не случайно още в онези години колегите му го наричали “генерала”. При решаването на някакъв научен проблем Курчатов имал качеството не само да се запалва сам, но и да запалва и своите сътрудници.



Фиг. 1. И. В. Курчатов – с голям принос за развитието на ядрените изследвания в Русия.

Курчатов, заедно със своя аспирант М. Г. Мещеряков, с току-що завърналия се от военна служба В. П. Желепов и с няколко други сътрудници се захваща с пускането в действие на циклотрона. След преодоляването на всевъзможни технически препятствия през 1936 г. циклотронът заработва. Той ускорявал протони до енергия 6 MeV и бил първият работещ циклотрон в Европа.

По-късно И. В. Курчатов, А. И. Алиханов, Л. М. Неменов, В. П. Желепов и Д. В. Ефремов започват строителството в ЛФТИ на нов още по-голям циклотрон. Началото на войната осуетява това начинание и този циклотрон влиза в действие едва след нейното завършване.

2. Ускорителите и създаването на атомната бомба

Огромният интерес, който предизвиква откриването на деленето на ядрата на урана и перспективата за осъществяването на верижна ядрена реакция не отминава и физиците в СССР. През 1939 г. Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович оценяват теоретически възможността за осъществяването на верижна реакция в уран с използването на бързи и на топлинни неутрони. През 1940 г. Фльоров и Петржак откриват спонтанното делене на урана.

Скоро, подобно на САЩ, Великобритания и Германия, и СССР засекретява (от края на 1940 г.) всички изследвания, свързани с деленето на урана предвид очертаващото се военно приложение.

Историята на създаването на съветското атомно оръжие е добре известна и многократно описвана. Известна е и ролята на разузнаването в тази сага.

Тук само ще споменем, че през 1943 г. Курчатов бива назначен за ръководител на научната програма по създаването на атомна (или както тогава се е наричала – уранова) бомба. Изследванията първоначално се провеждат в новосъздаденият в Москва научен институт, т. нар. Лаборатория № 2 на Академията на науките (сега Руски научен център “И. В. Курчатов”).

Една от първите стъпки на Курчатов е създаването на малък циклотрон, с диаметър на полюсите 73 cm. Той ускорявал деутрони до енергия 4 MeV и се използвал като интензивен източник на неутрони. Този циклотрон е създаден в рекордно кратки срокове под ръководството на Л. М. Неменов и започва работа през 1944 г. На него с неутрони се облъчвали уранови образци за получаването на плутоний. Макар, че с помощта на циклотрон се получават малки количества плутоний, този плутоний бил изключително ценен за измерването на ядрените сечения и на химическите му свойства.

След освобождаването на Харков от немците, по “атомния проблем” започват да работят и Ван де Грааф ускорителите в Украинския физико-технически институт. Създава се Лаборатория № 1 на АН СССР под ръководството на К. Д. Синелников.

Както е известно първият ядрен реактор в СССР е пуснат в действие в края на 1946 г., а на 29.08.1949 г. се провежда и изпитанието на първата съветска атомна бомба.

По това време всички налични сили на съветската наука – от най-възрастното поколение до най-младите, а до голяма степен и целият промишлен потенциал на страната били мобилизирани за създаването на атомното оръжие и за догонването на САЩ.

3. Принципът на автофазироването и първите синхротрони и синхроциклотрони – В. И. Векслер

Един от центровете на съветската физика през 40-те години на миналия век става Физическият институт на Академията на науките (ФИАН) в Москва. Негов директор е С. И. Вавилов. Вавилов ръководи и лабораторията по физика на атомното ядро. През 1940 г. той създава т.н. “циклотронна бригада” със задачата да се построи във ФИАН голям циклотрон с диаметър на полюсите от няколко метра.

Наред с другите сътрудници в циклотронната бригада бил включен и В. И. Векслер. По това време Векслер се занимавал с изследване на космическите лъчи и вече е получил ред важни резултати по време на експедициите в Памир. Навлизайки в техниката на ускоряването на заредени частици, той бързо осъзнава големите технически трудности, стоящи пред построяването на един циклотрон за висока енергия. Това го подтиква да започне търсения на по-ефективни методи за ускоряването на заредени частици. В резултат на тези си търсения Векслер достига през февруари 1944 г. до формулирането на своя знаменит “принцип на автофазироване”. Всички резонансни ускорители за висока енергия – синхроциклотрони, синхротрони и линейни ускорители работят в съответствие с този принцип.



Фиг. 2. В. И. Векслер – открил принципа на автофазироването.

Поради особеностите на военното време статиите на Векслер върху принципа на автофазироване остават незабелязани в чужбина и през 1945 г. принципът на автофазироване е преоткрит независимо от американеца Е. МакМилън.

В самия СССР работите на Векслер първоначално били посрещнати скептично. За да потвърди експериментално теоретичните изводи, Векслер започва строителството във ФИАН на малък електронен синхротрон. Първоначално колективът включва само експериментатора Б. Л. Белоусов и теоретика М. С. Рабинович (впоследствие с важен принос за създаването на теорията на циклическите ускорители). По-късно се създава и специална синхротронна лаборатория с щат от около тридесет човека.

Пред строителството на синхротрона изниквали разнообразни технически препятствия. В допълнение в следвоенна Русия често отсъствали дори най-необходимите уреди и оборудване.

През 1946 г. пристига съобщение от Англия, че Говард и Барнес са успели за пръв път в света да ускорят електрони до енергия 8 MeV, използвайки синхротронния принцип на ускоряване. За целта те преоборудват един съществуващ малък бетатрон в електронен синхротрон.

От една страна принципът на автофазироване получава своето експериментално потвърждение, от друга обаче възможността в СССР да бъде създаден първият работещ синхротрон била пропусната.

Знае се колко е държала социалистическата пропаганда на тези “първенства” във времената на студената война. Векслер обаче далеч не бил конюнктурен учен. Ентусиазиран изследовател, той създавал около себе си спокойна и делова обстановка. На всеки сътрудник се предоставяла максимална самостоятелност и възможност за инициатива. Той проявява интерес към ежедневните резултати, получени буквално от всеки сътрудник. Скоро Векслер става една от централните фигури на научния живот във ФИАН.

Първите опити “да се оживи” строящият се синхротрон започват в края на 1946 г. За съжаление те претърпяват неуспех. Електроните правели един оборот в машината, но така и не се ускорявали до висока енергия. Тогава Векслер взема радикалното решение напълно да се откаже от малката машина и без да губи време да пристъпи към строителството на нов електронен синхротрон, но с по-големи размери. При това всички системи на новия ускорител били създадени в съответствие с натрупания “горчив” опит.

Новият синхротрон бил построен в кратки срокове. На 28.12.1947 г. още при първото му включване в него бил получен сноп електрони, ускорени до енергия 30 MeV. Най-последен успех!

Първото физическо изследване, проведено с новия ускорител, било по измерването на формата на спектъра на спирачното лъчение. За целта ускорените електрони се насочвали към мишена от тежки елементи. Тези изследвания потвърдили теоретичната крива на Бете и Хайтлер.

По-късно електронният синхротрон започва да се използва за изучаването на фотоядрените реакции.

През 1949 г. във ФИАН е построен и електронен синхротрон за 280 MeV. Важен принос за създаването на електронните синхротрони на ФИАН има и П. А. Черенков.

В електронния синхротрон ускоряваните електрони се движат по кръгова орбита с постоянен радиус. Използва се пръстеновиден електромагнит, съставен от отделни блокове с С-образен магнитопровод. Вакуумната камера е тороидална и е направена от кварц или от порцелан. Магнитното поле се изменя във времето, като електромагнитът се захранва с променлив ток с честота 50 Hz. Електроните повишават своята енергия в течение на много обороти, преминавайки през един четвъртвълнов коаксиален резонатор. Единият край на този резонатор е даден накъсо, а в другият има процеп, върху който възниква ускоряващото напрежение. Това напрежение е с амплитуда от стотици волтове до няколко киловолта и честота от стотици MHz. Електроните са леки частици (енергия в покой 511 KeV) и бързо

достигат до ултрарелативистки скорости. Затова честотата на ускорящото напрежение в електронните синхротрони се променя много малко или е постоянна. Това силно опростява конструкцията на ускорителя.

За енергията на ускоряваните електрони е в сила:

$$E = pc = ecrB, \quad (1)$$

$$r = \text{const} \Rightarrow B \sim E,$$

където r е радиусът на орбитата, а B е силата на магнитното поле.

Магнитното поле трябва да расте пропорционално на енергията на електроните, т.е. нарастването на енергията и на магнитното поле за един оборот са твърдо свързани чрез съотношението:

$$\Delta E = k\Delta B \quad (2)$$

От друга страна електроните увеличават своята енергия, преминавайки през ускорящото електрично поле. За електрон, преминаващ през ускоряващия резонатор в момент t_S , т.е. при фаза на напрежението φ_S :

$$\Delta E = eU_{rf}\cos\omega_{rf}t_S = eU_{rf}\cos\varphi_S. \quad (3)$$

Горните две равенства се удовлетворяват едновременно само за една определена фаза на напрежението φ_S . Тази фаза се нарича равновесна фаза, а свързаната с нея частица се нарича равновесна частица. С други думи само за една частица (равновесната) може да се поддържа точен синхрон между движението на електроните по кръговата орбита, нарастването на магнитното поле и промените в ускорящото напрежение.

По тази причина много физици смятали, че синхротронът ще има нулев интензитет.

Както показва В. И. Векслер в своя принцип на автофазироване, при изпълняването на определени условия в синхротрона успешно може да се ускорява цяла група частици, имащи фази, разположени около равновесната фаза φ_S . Фазите на тези частици извършват устойчиви трептения около равновесната фаза. В съответствие с (3) трептения извършва и

нарастването на енергията на електроните от групата за един оборот. В едни моменти частиците получават повече енергия за едно пресичане на ускоряващия резонатор от равновесната частица, в други моменти – по-малко енергия, но средното нарастване на енергията е равно на това на равновесната частица.

Откриването от В. И. Векслер на принципа на автофазироване и създаването в чужбина и в СССР на първите ускорители от новия тип не убягва от вниманието на И. В. Курчатов и ръководителите на атомните изследвания (Л. П. Берия, Б. Л. Ванников и другите). Но за нуждите на създаването на атомно оръжие били необходими ускорители на по-тежки частици (протони) до високи енергии. Създаването на протонен синхротрон за висока енергия обаче е свързано със сериозни технически предизвикателства. В този тип ускорители честотата на ускоряващото напрежение трябва да нараства синхронно с енергията на протоните, като диапазонът на изменение е много голям.

От друга страна принципът на автофазироване показвал и друг път за ускоряването на протони до относително висока енергия (500 - 1000 MeV) – създаването на циклотрон, в който честотата на напрежението между дуантите не е постоянна, а се променя в процеса на ускоряване.

Както е известно, в един класически циклотрон максималната енергия е ограничена до 15 - 20 MeV поради релятивисткото нарастване на масата на ускоряваните частици с енергията. Честотата на въртене на ускоряваните частици в един циклотрон се дава с известната формула:

$$\omega = eZB/m = eZB/m_0(1 + T/E_0) = \omega_0/(1 + T/E_0), \quad (4)$$

където B е силата на магнитното поле, m_0 , E_0 – масата и енергията на частиците в покой и T – кинетичната енергия.

С нарастването на енергията на ускоряваните частици ω намалява и синхронът между орбиталното движение и промените в напрежението между дуантите се нарушава. Ако обаче честотата на ускоряващото напрежение между дуантите $\omega_{\text{т}}$ намалява с енергията в

съответствие с (4), то този синхрон може да се поддържа и при относително високи енергии на частиците. Циклотронът, работещ по този принцип, е наречен синхроциклотрон.

Цената, която трябва да се заплати, е в драстичното намаляване на интензитета на ускоряваните снопове частици. В един циклотрон частиците се захващат в режим на ускоряване при всеки полупериод на ускоряващото напрежение ($f_{\text{rf}} \sim 20 \text{ MHz}$) така, че цялата спирална траектория е запълнена от групи ускорявани частици. В синхроциклотроните променящата се с времето честота на ускоряващото напрежение остава в резонанс само с една неголяма група частици. Резултатът е значително намаляване на интензитета.

В края на 40-те и началото на 50-те години на миналия век в Европа и САЩ започва бурен процес на преоборудване на вече съществуващи циклотрони и превръщането им в синхроциклотрони с цел да се повиши максималната енергия на частиците.

В СССР в рамките на разработките по създаването на атомно оръжие се взема решение за построяването на голям синхроциклотрон за ускоряването на протони до енергия 680 MeV, т. нар. установка “М”.

Създава се т. нар. Хидротехническа лаборатория на АН СССР (?!), преименувана по-късно в Институт за ядрени проблеми. “Компетентните органи” избират за място на новия ускорител село Ново-Иванково, намиращо се на 150 km северно от Москва, на брега на Волга и в близост до прочутия канал, носещ името на И. В. Сталин и свързващ Москва река с Волга.

През 1947 г. в гъстата борова гора започва строителството на новия научен център. Едновременно в близост до площадката на ускорителя се създава и напълно нов научен град – знаменитата Дубна – Фиг. 3.



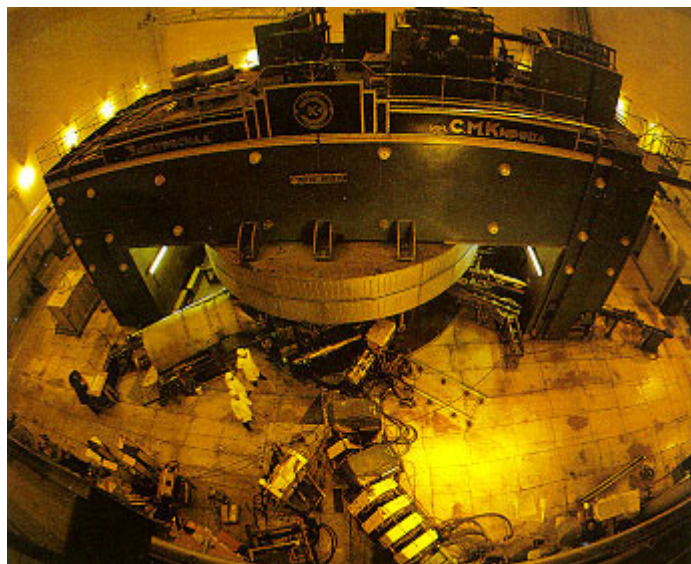
Фиг. 3. Дубна – Дирекцията на Обединения Институт за Ядрени Изследвания (ОИЯИ).

За първи директор на института е назначен М. Г. Мещеряков, един от създателите на първите съветски циклотрони. Голям принос в построяването на синхроциклотрона имат В. П. Желепов и В. П. Дмитриевски (Фиг. 4).



Фиг. 4. В. П. Джелепов и В. П. Дмитриевски – едни от създателите на първите руски циклотрони и на синхроциклотрона в Дубна.

Първият сноп ускорени до 680 MeV протони е получен през 1949 г. – Фиг. 5.
Дубненският синхроциклотрон имал сила на магнитното поле 1,66 Т и амплитуда на ускоряващото напрежение между дуантите 15 KV. Получен е вътрешен ток от 4 μ A.



Фиг. 5. Синхроциклотронът за 680 MeV в Лабораторията за ядрени проблеми в Дубна.

По това време в СССР се оформя определена специализация в създаването на ускорително оборудване. Така например в Москва под ръководството на А. Л. Минц е създаден Радиотехническият институт, разработващ радиотехническите и електронните системи на ускорителите. В Ленинград е създаден гигантският по своите технологични възможности НИИ за електрофизическа апаратура, в който са проектирани и създадени магнитните системи на всички съветски ускорители. Негови ръководители са били Д. В. Ефремов и Е. Г. Комар.

По-късно в Гатчина, близо да Ленинград, е създаден и най-големият в света синхроциклотрон – Фиг. 6. Той ускорява протони до енергия 1 GeV. Синхроциклотронът в Гатчина има диаметър на полюсите 6,85 m. Електромагнитът със своите гигантски цилиндрични полюси тежи 7800 t и в него се получава максимална сила на магнитното поле 1,9 T. Честотата на напрежението между дуантите намалява в процеса на ускоряване от 29,88 MHz до 13,18 MHz.



Фиг. 6. Синхроциклотронът за 1 GeV в Института за Ядрени Изследвания в Гатчина край Санкт – Петербург

4. В надпревара за световното лидерство

Повечето от нас помнят мирното (да не говорим за военното) съревнование между двете политически системи, характеризиращи света в годините след Втората световна война – “социалистическият лагер” и “капиталистическият свят”. Една от сферите на това съревнование става физиката на атомното ядро и физиката на елементарните частици. Доколкото основните инструменти за провеждането на изследванията в тези две научни области са ускорителите, започва надпревара кой ще построи ускорител за по-висока енергия. В тази надпревара с годините се оформят и други линии на съперничество: Европа – САЩ и Япония – САЩ.

С напредването на разработването в САЩ на първите два големи протонни синхротрона: Космотрона в Брукхайвън за 3 GeV и Беватрона в Бъркли за 6 GeV, в СССР се взема решение за построяването на още по-голям протонен синхротрон, с енергия на протоните 10 GeV.

Проектирането на новият ускорител се разгръща във ФИАН. Основни фигури в това проектиране са М. С. Рабинович, А. А. Коломенский, В. А. Петухов и др.

За проверка на работата на различните системи на бъдещия ускорител във ФИАН е построен действащ модел, който ускорявал протони до 180 MeV. По-късно този модел на големия ускорител е преобразуван в електронен синхротрон за 680 MeV. Тази машина работи успешно и в наши дни.

Решава се новият ускорител да се построи отново в Дубна, но на нова площадка. За ръководител на строителството и пускането в действие на ускорителя е назначен В. И. Векслер. Около него се събира колектив от млади и ентузиазирани физици и инженери.

Векслер с голямо внимание се отнасял към младите учени. При обсъжданията с тях той се държал като с равни. Известно е, че Векслер бил роден генератор на идеи. Да си припомним само създадените от него нови типове ускорители: синхроциклотрон, синхротрон, микротрон, колективни ускорители. Векслер притежавал огромна работоспособност – работата по новия ускорител продължавала до късно през нощта.

Тук трябва да се напомни, че буквално всичко се създавало за първи път, при това в една напълно съсипана от войната страна.

Един ускорител е сложно съоръжение, обхващащо множество системи: вакуумна, мощни електротехнически системи, мощни радиотехнически системи, разнообразни електронни системи за диагностика и управление, геодезия и много други. Необходим бил и немалък кураж; съветският учен нямал право на грешки и винаги трябвало да бъде преди другите учени. От друга страна за метода на “проби и грешки” просто нямало нито ресурси, нито време.

Дори на чертежи ускорителят изглеждал внушително, но действителността направила поразявала със своите мащаби и сложност (Фиг. 7).



Фиг. 7. Синхрофазотронът за 10 GeV в Дубна.

Ето някои основни параметри на ускорителя:

Енергия	10 GeV
Диаметър на полюсите	72 m
Сечение на вакуумната камера	200 cm x 40 cm
Тегло на магнита	36 000 t
Сила на магнитното поле	0,023 – 1,26 T
Честота на ускоряващото напрежение	0,3 – 2,88 MHz
Ток в намотките на магнита	12 800 A
Продължителност на ускорителния цикъл	3,3 s
Интензитет	$4 \cdot 10^{12}$ частици/импулс

В синхрофазотрона честотата на ускорящото напрежение трябва да се изменя 10 - 12 пъти в строг синхрон с нарастването на магнитното поле. В това магнитно поле се натрупва огромна енергия.

За захранването на електромагнита се използват четири синхронни машини, всяка с гигантски маховик с тегло от 55 t. През управляващи игнитрони те са свързани с намотките на електромагнита. При ускоряването на протоните магнитното поле нараства във времето и синхронните машини работят като генератори. В спадащата част на магнитното поле синхронните машини се превключват чрез инвертиране на игнитроните в режим на електромотори и преобразуват натрупаната в магнитното поле енергия в механична енергия на въртене на маховиците. Този начин на захранване на електромагнита икономисва огромна енергия и предотвратява сриването на електрическата мрежа от огромната импулсна мощност. Средната мощност на захранването на електромагнита е 6 MW.

Новият ускорител е наречен Синхрофазотрон. Първият сноп ускорени до 10 GeV протони е получен през 1957 г. При пускането на ускорителя в действие важен принос имат: Л. П. Зиновиев, В. П. Саранцев, С. И. Есин, К. П. Мызников, Н. Н. Рубин, В. И. Котов, О. И. Ярковой и др.

Една година преди това (1956 г.) на базата на научните съоръжения на Дубна е създаден Обединеният Институт за Ядрени Изследвания (ОИЯИ) – социалистическия отговор на създадения през 1954 г. край Женева Европейски Център за Ядрени Изследвания (CERN).

В продължение на две години Синхрофазотронът в Дубна запазва позиции на най-големия протонен ускорител в света. С него са проведени разнообразни изследвания в областта на физиката на частиците. Сред по-значимите постижения са: изследване на еластичното разсейване на протони и пиони при високи енергии върху p , α ; изучаването на странните частици и откриването на анти-сигма-минус хиперона.

От 1971 г. Синхрофазотронът е преоборудван в ускорител на релативистки ядра с енергия 4,5 GeV/A. Като инжектор на високозарядни йони се използва разработеният в

Дубна от Е. Д. Донец електронно-лъчев йонен източник. След 1971 г. на Синхрофазотрона се ускоряват и поляризирани деутрони ($5 \cdot 10^9$ деутрона/импулс при 45 % поляризация).

Синхрофазотронът в Дубна е ускорител със слаба фокусировка. Протоните се движат по кръгова орбита с радиус 28 m. На тази орбита те се удържат от напречното поле на един пръстеновиден електромагнит, което нараства в синхрон с енергията на частиците. За да бъде движението по орбитата устойчиво, магнитното поле не е еднородно, а слабо спада с радиуса. Това напречно магнитно поле с малък отрицателен радиален градиент фокусира протоните към равновесната орбита, така че те извършват устойчиви трептения около тази орбита. При слабофокусиращите ускорители фокусиращата сила на магнитното поле е малка, а амплитудата на трептенията на частиците е голяма. Съответно големи са и напречните размери на вакуумната камера на синхротрона – 2 m x 40 cm в Синхрофазотрона! Необходим е огромен, тежък и скъп електромагнит (36 000 t !).

През 1952 г. Ливингстън, Курант и Снайдер предлагат нов, по-ефективен метод за фокусирането на ускоряваните частици към равновесната орбита – т. нар. силна фокусировка. При силната фокусировка електромагнитът на ускорителя се състои от отделни блокове. При това ако в един магнитен блок полето рязко спада с радиуса, то в следващия то рязко нараства. При такова редуване на блокове с $dB/dr > 0$ и блокове с $dB/dr < 0$ при голяма абсолютна стойност на градиента ($|dB/dr| \gg 1$) се създава много голяма сила, фокусираща протоните към орбитата. В ускорителите със силна фокусировка амплитудата на трептене на частиците около равновесната орбита е на порядък по-малка от тази в слабофокусиращите машини. Съответно на порядък по-малък е и необходимият напречен размер на вакуумната камера на ускорителя. Това предполага магнитни блокове с много по-малки размери и цена и трасира пътя към съвременните гигантски синхротрони, ускоряващи протони и електрони до много висока енергия.

За съжаление Векслер не вярвал във възможността на практика да се построи ускорител със силна фокусировка. Той предпочел да заложи на вече изпитаните решения. Така

Синхрофазотронът в Дубна става един от последните построени слабофокусиращи ускорители.

За сравнение, когато в CERN се взема решение за строителството на голям ускорител, първоначално се е предлагало просто да се повтори в по-голям мащаб протонния синхротрон Космотрон за 3 GeV, работещ в Брукхайвън. Научавайки за новия метод за фокусиране на частиците – силната фокусировка, Джон Адамс, Од Дал Дейл, Франк Гауард, Ролф Уидъроу и Киел Йонсен бързо оценяват достоинства на новия тип ускорители и проявявайки завидна научна смелост и умения да се убеждават администраторите в науката успяват да наложат строителството на силнофокусиращ протонен синхротрон. Новият ускорител започва работа в CERN през 1959 г., т.е. само две години след ускорителя в Дубна. Но този синхротрон, известен като CPS, ускорява протоните до почти три пъти по-висока енергия – 28 GeV при много висока интензитет – 10^{12} протона/импулс.

На следващата година (1960 г.) силнофокусиращ ускорител е построен и в Брукхайвън. Това е AGS, който ускорява протоните до 33 GeV.

Следвайки логиката на съревнованието, ръководителите на съветската наука вземат решение в СССР също да се построи голям протонен ускорител с прилагане на новия метод на силна фокусировка на частиците. Първото предложение за създаването в СССР на силнофокусиращ ускорител датира от 1956 г. и е направено от колектив от московския Институт за Теоретична и Експериментална Физика (ИТЕФ) с ръководители В. В. Владимиров и Д. Г. Кошкарев. За енергия на новия ускорител са избрани рекордните 76 GeV, т.е. повече от два пъти тази в AGS!

За проверка на работата на различните системи на ускорителя първоначално в ИТЕФ се строи 1:10 модел на големия ускорител. Това е силнофокусиращ протонен синхротрон У-10, който започва работа в ИТЕФ през 1961 г. Този ускорител има диаметър на магнита 80 m и ускорява протоните до енергия 7-10 GeV. Благодарение на новата технология при същата максимална енергия на протоните, както в Синхрофазотрона, в У-10 се използва вакуумна камера с напречно сечение от само 11 cm x 8 cm (срещу 200 cm x 40 cm).

За големия ускорител, този за 76 GeV, било решено да се създаде съвсем нов научен център – Институтът за Физика на Високите Енергии (ИФВЕ). От една страна през 60-те години на миналия век Дубна вече се била оформила като международен научен център, а ИФВЕ е замислен като изцяло руски научен институт. По-важната причина обаче са крайно неблагоприятните геологически условия в района на Дубна. Дубна е разположена на брега на Волга върху пясъчна почва, която е податлива на разнообразни движения. В същото време новият ускорител използва за удържане на ускорените протони на кръгова орбита и за фокусирането им към тази орбита 120 магнитни блока с дължина от 10,4 m и общо тегло 20 000 t. При диаметър на орбитата на ускорителя 472 m тези магнитни блокове трябва да са монтирани с точност по-висока от 100 μm . Това предполага здрава скална основа на машината. От геологически съображения площадката на новия ускорител е избрана на 100 km южно от Москва, недалеч от гр. Серпухов, където са разположени т.н. средноруски скали. Тук в боровата гора на брега на река Протва възниква и нов научен град – Протвино –

Фиг. 8.



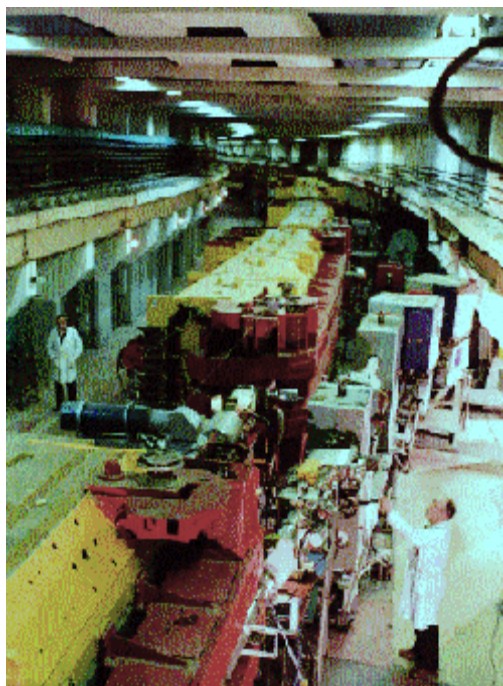
Фиг. 8. Протвино.

Новият ускорител е наречен У-70 и започва работа през 1967 г. – Фиг. 9 и Фиг. 10. Той ускорява протоните до максимална енергия 76 GeV и в продължение на 5 год. остава най-големия ускорител в света.

През 1972 г. започва работа протонният синхротрон за 500 GeV в Националният научен център “Е. Ферми” в Батавия край Чикаго.

В У-70 протоните се ускоряват предварително до енергия 100 MeV в един линеен ускорител с дължина 80 m. След това протоните се инжектират в ускорителния пръстен, където, за да достигнат до максимална енергия, протоните извършват 500 000 оборота, изминавайки 750 000 km, т.е. разстоянието до Луната и обратно! Ускоряването се извършва в 54 ускоряващи резонатора с амплитуда на напрежението на всеки резонатор 7 KV.

Честотата на ускоряващото напрежение “следи” енергията на частиците, изменяйки се от 2,6 до 6,1 MHz. Магнитното поле във всеки от 120-те магнитни блока се изменя от 0,038 Т при инжекцията на протоните до 1,2 Т при максимална енергия. Импулсната мощност, захранваща електромагнита, е огромна – 100 MW. Средната мощност на захранването на електромагнита е 15 MW. Ускорителят е разположен в тунел с размери 6 m x 8 m. Максималният интензитет на ускоряваните протони е $1,5 \cdot 10^{13}$ протона/импулс.



Фиг. 9. Протонният синхротрон У-70 в Протвино.



Фиг. 10. Общ вид на ускорителя У-70, експерименталните корпуси и град Протвино.

През следващите години на интензивни изследвания в ИФВЭ са получени цяла редица важни резултати. Открита е нов тип симетрия във физиката на частиците – мащабната инвариантност при сблъскването на адроните. Тя отразява съставната природа на адроните. При изучаването на регенерацията на K^0 -мезоните е потвърдена валидността на теоремата на Померанчук за равенството на сеченията на частици и античастици при високи енергии. Показано е, че с нарастването на енергията на сблъскване на адроните в областта над 30 GeV интензитетът и радиусът на действие на силните взаимодействия нараства (т.н. “серпуховски ефект”). През 1970 г. са създадени първите антихелиеви и антитритиеви ядра.

5. Новосибирският ИЯФ и Г. И. Будкер

Г. И. Будкер започва научната си кариера като теоретик в Курчатовия институт в Москва. През 1953 г. той публикува една от своите знаменити разработки – относно възможностите за създаване на стабилизирани интензивни снопове от релативистки електрони. Такъв снопове би могъл да се използва за генерирането на интензивно електромагнитно СВЧ-лъчение и за ефективното ускоряване на йони.

По предложение на И. В. Курчатов и Л. Арцимович през 1953 г. в института се създава специална лаборатория за експериментиране на новата идея. Тя е наречена Лаборатория за нови методи на ускоряване.



Фиг. 11. Г. И. Будкер – създател на електронното охлаждане и на първите колайдъри.

През първите години в лабораторията на Будкер се разработват и създават силнотоккови електронни ускорители – бетатрони и безжелезни синхротрони с уникални характеристики. Получени са електронни снопове с ток 75 - 300 А.

През 1956 г. на Първата международна конференция по ускорители в Женева Д. Керст лансира идеята експериментите във физиката на високите енергии да се провеждат не чрез бомбардирането на неподвижна мишена с ускорените частици, а чрез сблъскването на два снопа ускорени частици, които се движат един срещу друг. При това цялата налична енергия на двата снопа ще се използва за възбуждането на изследвания процес и за създаването на нови частици. Първоначално се разглеждала възможността за сблъскването на два насрещни електронни снопа. Новият тип ускорител е наречен ускорител с насрещни снопове или

колайдър. За да има в един колайдър достатъчен брой сблъсквания между частиците, очевидно са необходими много интензивни и силно фокусирани (с много малко напречно сечение) електронни снопове.

Силнотокните електронни ускорители вече били станали “специалитет” на лабораторията на Будкер и било напълно естествено именно тук да се разгърнат изследвания по реализацията на метода на насрещните снопове.

Докато в един ускорител с неподвижна мишена ускорените частици бомбардират една мишена с голяма плътност, то в колайдърите ролята на мишена играе срещуположно движещият се сноп, с многократно по-малка плътност.

Първоначално никой и не мислел сериозно за ускорител с насрещни снопове – идеята изглеждала толкова фантастична. Когато Курчатов дал първите предложения на Будкер за рецензия на няколко водещи специалисти, всички те единодушно заявили, че предложението е пълен абсурд и че подобна машина никога няма да работи. Въпреки тези мнения, доверявайки се повече на своята интуиция, Курчатов подкрепя започването на проучвания и първоначални разработки на новия метод.

Точно по-това време по предложение на М. Лаврентиев е взето правителствено решение за създаването в СССР на нов огромен научен център – Сибирското отделение на АН СССР. В атмосферата на подем по време на “хрущовското размразяване” за първи път в света през 1957 г. край Новосибирск се създава научен център, обхващащ голям брой академични институти с най-разнообразен профил. Създава се и нов научен град – знаменитият Академгородок.

Решено е лабораторията на Будкер да бъде преместена в новия научен център. Тя става ядро на новия Институт за Ядрена Физика (ИЯФ).

Колективът на ИЯФ включвал плеяда талантиливи учени и бъдещи знаменитости: Г. И. Будкер (директор), А. А. Наумов, В. С. Панасюк, Р. Сагдеев, А. Н. Скринский, И. Н.

Мешков, Б. Чириков, Е. Абрамян, Н. С. Диканский, В. В. Пархомчук и мн. др. Оформя се знаменитата школа на Будкер.

Много е написано за стила на работа на Г. И. Будкер, за колегиалността, демократичността, за многочислените дискусии, за вниманието му към битовите и материалните проблеми на всеки един от сътрудниците. Съвсем не е случайно, че именно в Новосибирския ИЯФ се раждат и реализират толкова много нови идеи и разработки: първият електрон-електронен колайдър, цяла поредица от електрон-позитронни колайдъри, протон-антипротонен колайдър, методът на електронно охлаждане на йонни снопове, методът за инжекция в циклични ускорители с презареждане, практическото използване на синхротронното лъчение, използването на поляризирани снопове и др.

Имайки предвид серията колайдъри, създадени от Будкер в ИЯФ, Ландау го нарича “релятивистки инженер”.

В ИЯФ се разгръщат и изследвания по управляем термоядрен синтез, на базата на предложението от Г. И. Будкер нов тип плазмен магнитен капан, наречен пробкотрон.

Под ръководството на Будкер към ИЯФ е създадено звено за разработването и производството на малки ускорители за приложни цели. Създадена е цяла гама от електронни ускорители с енергии от стотици KeV до няколко MeV и мощности на снопа 20 - 100 KW (ЭЛИТ, ИЛУ, ЭЛВ). Тези ускорители намират разнообразни приложения в технологиите, химията и др. С парите, получени от тази дейност, се закупува необходимо за научните разработки оборудване, разгръща се строителството на жилища за сътрудниците и др.

Първият електрон-електронен колайдър ВЭП-1 е създаден в ИЯФ през 1963 г. – Фиг. 12. Той използва два допиращи се пръстена с диаметър 1 m, в които се натрупвали два интензивни електронни снопа, всеки с енергия 160 MeV. Този малък колайдър е еквивалентен на електронен ускорител с неподвижна мишена с енергия на електроните 100 GeV.

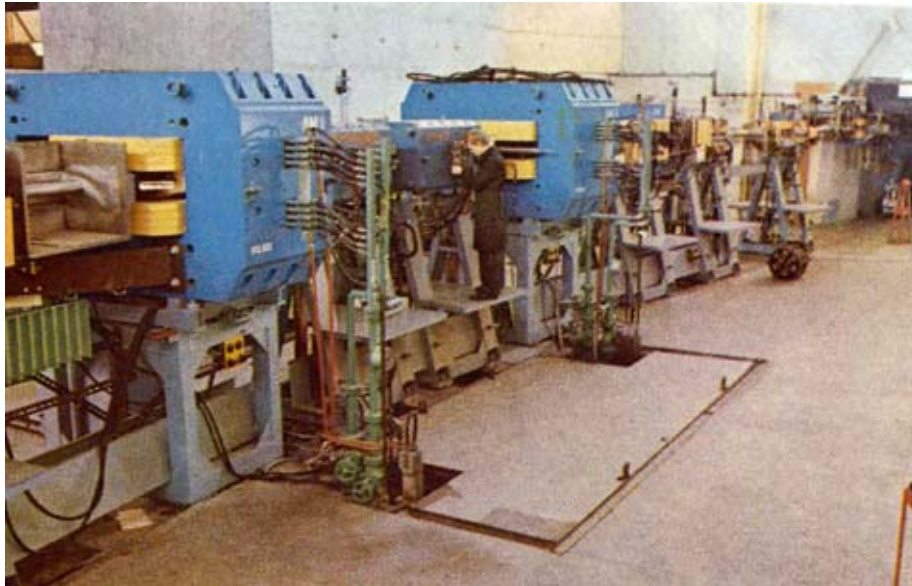


Фиг. 12. Първият в света електрон-електронен колайдър ВЭП-1.

След успешната проверка на работоспособността на метода на насрещните снопове, в ИЯФ започва създаването на електрон-позитронен колайдър ВЭПП-2. От физическа гледна точка насрещните снопове от частици и античастици са многообещаващи, защото отпадат много от забраните за възможните канали на реакция. От техническа гледна точка частиците и античастиците могат да се натрупват в един и същ магнитен пръстен. Те се въртят във взаимно противоположни направления, като се сблъскват в няколко точки от периметъра на орбитата. Във ВЭПП-2 се сблъскавали електрони и позитрони с енергии от 670 MeV.

След ВЭПП-2 следват електрон-позитронните колайдъри ВЭПП-3 с енергия $2 \times 3 \text{ GeV}$ и ВЭПП-4 с енергия $2 \times 7 \text{ GeV}$. ВЭПП-4 има диаметър на пръстена 360 m и светимост на колайдъра $L = 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ – Фиг. 13.

С електрон-позитронните колайдъри на ИЯФ се провеждат изследвания в областта на физиката на частиците. Ето някои важни резултати: изучаване на характеристиките на Φ -частицата, експериментално потвърждаване на двойното e^-e^+ раждане, множественото раждане на адрони при e^-e^+ аниhilации.



Фиг. 13. Електрон-позитронният колайдър ВЭПП-4.

Електроните и позитроните са леки частици. Когато се движат в магнитното поле на един натрупващ пръстен те излъчват интензивно електромагнитно лъчение, т.н. синхротронно лъчение. Губейки енергия за синхротронно лъчение електронните и позитронните снопове бързо се свиват до много малки напречни размери. Това позволява натрупването на големи количества електрони и позитрони чрез тяхното многократно инжектиране в пръстена.

Ситуацията значително се усложнява при протон-антипротонните колайдъри.

Антипротони се получават при облъчването на метална мишена с протони, ускорени до достатъчно висока енергия. Ефективността на раждането и събирането на антипротони е много ниска, приблизително на един милион налитаци протони се ражда един антипротон.

От друга страна протоните и антипротоните са тежки частици и при тях почти отсъства синхротронно лъчение. Това затруднява натрупването на интензивни p/\bar{p} снопове.

През 1966 г. Г. И. Будкер предлага метод за натрупването на интензивни йонни снопове, т. нар. електронно охлаждане. Съвсем накратко този метод се състои в следното. Върху малък участък от орбитата успоредно на p/\bar{p} се пропуска интензивен сноп от електрони, движещи се със същата средна скорост. Протонният и електронният снопове могат да се разглеждат като два газа (по-точно заредена плазма). В тях частиците освен насочено движение по посока на орбитата имат и хаотично движение. Енергията на хаотичното движение определя температурата на сноповете. Електронният сноп е студен, т.е. траекториите на електроните са почти успоредни, а енергиите им почти равни. В противоположност p/\bar{p} сноповете са много горещи, т.е. в тях има силно хаотично движение на частиците. При смесването на двата снопа между тях протича обмен на енергия на хаотичното движение – p/\bar{p} сноповете се охлаждат, а електронният сноп се загрева. Този процес на охлаждане продължава в течение на много обороти, като електронният сноп непрекъснато се обновява. Охладените p/\bar{p} снопове са силно колимирани и монохроматични. Това позволява натрупването им в магнитния пръстен чрез многократно инжектиране на нови порции частици.

Първото експериментално доказателство на метода на електронното охлаждане е осъществено в ИЯФ върху натрупващият пръстен НАП-М с енергия на протоните 65 MeV.

Синхротронното лъчение на електроните в един цикличен ускорител има уникални характеристики. То има непрекъснат спектър, простиращ се от инфрачервената област до твърдото рентгеново лъчение, има много висока насоченост и яркост, превишаваща на

много порядъци тази във всички други известни източници. ИЯФ е сред пионерите в света по използването на синхротронното лъчение за разнообразни приложения – спектроскопия, рентгеноструктурен анализ, рентгенова литография и много други. В ИЯФ е създаден един от първите в света центрове за синхротронно лъчение.

По-късно специалистите от ИЯФ построяват в Курчатовия институт в Москва два електронни ускорителя, специализирани за генерирането на синхротронно лъчение: “Сибир-1” през 1988 г. и “Сибир-2” през 1988 г.

6. Други ускорителни центрове в СССР

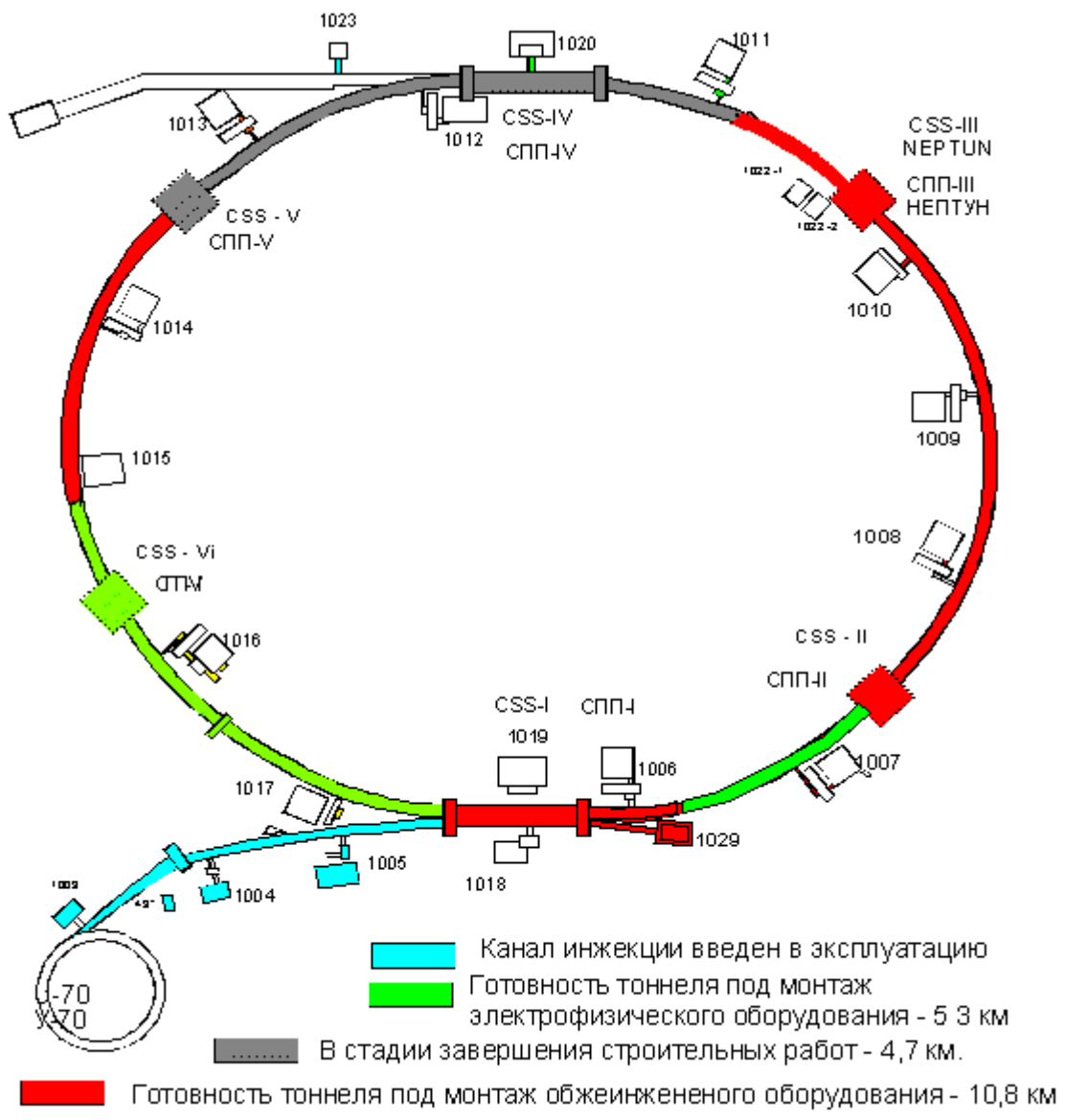
Без да се спираме подробно, само ще изброим някои други ускорителни центрове в Русия и в страните от бившия СССР, които днес са независими държави.

- Харковският физико-технически институт. Тук работи линеен електронен ускорител за 1,8 GeV. Той е създаден под ръководството на А. И. Ахиезер, В. В. Владимирский, Я. Б. Файнберг и О. А. Вальднер.
- Томският политехнически институт. Тук работи електронният синхротрон “Сириус” за 1,5 GeV. Под ръководството на А. А. Воробьев е разгърнато производството на бетатрони за приложни цели.
- Ереванският физически институт. Тук работи електронният синхротрон АРУС за 6 GeV. Ускорителят е създаден под ръководството на А. И. Алиханян, С. И. Есин и Ю. Орлов.
- Филиалът на ФИАН в Троицк край Москва. Тук работи електронният синхротрон “Пахра” за 1,2 GeV.
- Московската мезонна фабрика в Троицк, на 20 km от Москва. Тук работи 600 MeV протонен линеен ускорител със среден ток 0,5 mA. Ускорителят има дължина 500 m. Използва се като импулсен източник на неутрони – 320 ns при 10^{15} n/s и за производството на радиоизотопи за медицината и индустрията.

7. Трудни времена – вместо заключение

Осемдесетте и деветдесетте години на миналия век донесоха всевъзможни трудности и проблеми за научните изследвания в Русия и в новообразуваните след разпадането на СССР (1991 г.) независими държави. Още по времето на т. нар. “години на застои на Л. Брежнев” руската ускорителна физика и техника постепенно започна да губи позициите си на една от световните сили, както в областта на идеите, но в още по-голяма степен в областта на реализациите. От една страна ускорителите бяха загубили военното си значение, а от друга те ставаха все по-скъпи. Съвременните ускорители са и истинско предизвикателство към равнището на технологиите.

От началото на 70-те години в ИФВЭ под ръководството на К. П. Мызвикова започват проектни работи по създаването на базата на протонния синхротрон У-70 на голям ускорителен център с максимална енергия $2 \times 3000 \text{ GeV}$, т. нар. Ускорително-Натрупвателен Комплекс (УНК). УНК трябва да включва два пръстена, разположени в един подземен тунел – с топли магнити за 600 GeV и със свръхпроводящи магнити за 3000 GeV – Фиг. 14. След продължително проектиране и многобройни обсъждания строителството на подземният тунел започва през 1987 г. Той има дължина $20\,772 \text{ m}$ и обхваща $3,1 \times 3,5 \text{ km}^2$. През 1994 г. е завършен и изпитан каналът, по който протоните ще се превеждат от съществуващия ускорител У-70 до УНК. Той има дължина $2,7 \text{ km}$ – Фиг. 15. Започва строителството на първата степен на УНК – протонен синхротрон за 600 GeV работещ с фиксирана мишена. Общата цена на този “топъл” пръстен се оценява на 1 млрд. USD. Ускорителят ще има 2194 дипола и 496 фокусиращи квадруполни лещи. Част от оборудването на ускорителя вече е монтирано, но липсата на финансиране затруднява завършването на работите по ускорителния комплекс.



Фиг. 14. Ускорительно-нагривательният комплекс (УНК) в Протвино.



Фиг. 15. Каналът за транспортиране на протоните от У-70 до УНК.

През 1993 г. в ОИЯИ – Дубна започна работа синхротронът за ускоряване на тежки йони “Нуклотрон”. Този ускорител използва свръхпроводящи магнити и ускорява йоните до енергия 6 GeV/A – Фиг. 16.



Фиг. 16. Свръхпроводящият ускорител на тежки йони НУКЛЮТРОН в ОИЯИ – Дубна.

* Ст.н.с. д-р в ИЯИЯАЕ – БАН

Литература

1. И. Н. Головин и И. В. Курчатов, М., Атомиздат, 1979 г.
2. В. Никитина (ред.) и М. Г. Мещеряков – *Жизнь, посвященная науке и Дубне*, ОИЯИ, Дубна, 2001г.
3. М. А. Марков и А. Н. Горбунов (ред.), *Воспоминания о В. И. Векслере*, М., 1987 г.
4. М. Г. Шафранова (ред.), *В. И. Векслер*, ОИЯИ, Дубна, 2003 г.

5. И. Н. Иванов (ред.), *В. П. Саранцев – жизнь, отданная науке*, ОИЯИ, Дубна, 2001 г.
6. А. Логунов и В. Ямба, *В глубины строения материи*, Наука и жизнь, № 3, 1981 г.
7. Сибирское отделение АН СССР, *Институт Ядерной Физики*, Внешторгиздат, 1980

г.

МНОГОМЕРНИ МОДЕЛИ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ЧАСТИЦИТЕ*

В. А. Рубаков**

1. Въведение. В този доклад с примери на прости модели с допълнителни измерения на пространството и “свят върху брана“ [1] ще обсъдим възможни екзотични явления както във физиката на частиците при високи енергии, така и в класическата физика при големи разстояния.

Физическите теории в четиримерното пространство-време имат редица общи свойства, които е извънредно трудно, ако въобще е възможно, да бъдат подложени на ревизия. Сред тези свойства изпъкват следните:

- Съществуването на далекодействащи сили, свързани с калибровъчни полета

(електродинамика, хромодинамика, гравитация), изисква запазването на съответните заряди.

Например едно от уравненията на Максвел в електродинамиката,

$$\text{Div}\mathbf{E} = 4\pi\rho,$$

не съдържа производни на електричното поле по времето, т.е. то е “мигновено” уравнение. Затова нарушаването на закона за запазване на електричния заряд би довело до мигновено изменение на електричното поле в цялото пространство и по такъв начин би противоречало на принципа за причинност. Аналогично, нарушаването на закона за запазване на енергията би довело до мигновено изменение на гравитационното поле в цялото пространство.

- Геометричната природа на гравитацията изисква изпълнение на принципа на еквивалентност между гравитационната и инертната маси.

- Гравитационният мащаб на енергията се характеризира с величината $M_{\text{Pl}} = 1/\sqrt{G} \sim 10^{19}$ GeV, където G е нютоновата гравитационна константа (тук и по-нататък $\hbar = c = 1$). Този мащаб, масата на Планк, е значително по-голям от другите известни мащаби във физиката на частиците, а именно от мащаба на силните взаимодействия, който по порядък е равен на масата на протона $m_p \sim 1$ GeV, и от мащаба на електрослабите взаимодействия, който по порядък се определя от масите на W- и Z-бозоните $m_{W,Z} \sim 100$ GeV. По такъв начин в природата съществува йерархия на мащабите $m_Z \ll M_{\text{Pl}}$, което чака своето обяснение.

- Такъв голям енергетичен мащаб на гравитационните взаимодействия води до това, че

гравитацията се описва от общата теория на относителността и е “слаба” до планковски

разстояния $l_{\text{Pl}} \sim 1/M_{\text{Pl}} \sim 10^{-33}$ cm.

Само на разстояния $r \gg l_{\text{Pl}}$ и съответно при енергии $E \gg M_{\text{Pl}}$ гравитационното взаимодействие е сравнимо по сила с другите известни взаимодействия във физиката на частиците. В същото време гравитационните взаимодействия експериментално са изследвани само на много големи (от гледна точка на физиката на частиците) разстояния: експериментално

е проверено, че законът на Нютон е валиден на разстояния $r = 0,02$ cm и по-големи [2], а за това как изглеждат гравитационните взаимодействия на по-малки разстояния няма експериментални данни. По такъв начин представата, че общата теория на относителността е вярна до планковски разстояния, е екстраполация с 31 порядъка; въпреки това непротиворечив отказ от такава представа в рамките на четиримерна теория едва ли е възможно.

- Що се отнася до големите разстояния, то в четиримерните теории битува представата, че законът на Кулон и законът на Нютон (по-точно класическата електродинамика и общата теория на относителността) са в сила за каквито и да са големи разстояния. Наистина, тази представа има и свои алтернативи: в електродинамиката може да се въведе малка маса за фотона (и слабо незапазване на електричния заряд) с цената на въвеждане на нова хипотетична частица със заряд по-малък от $10^{-3} e$, където e е зарядът на електрона; гравитонът също може да бъде направен масивен с цената на отказ от геометричната интерпретация на гравитацията.

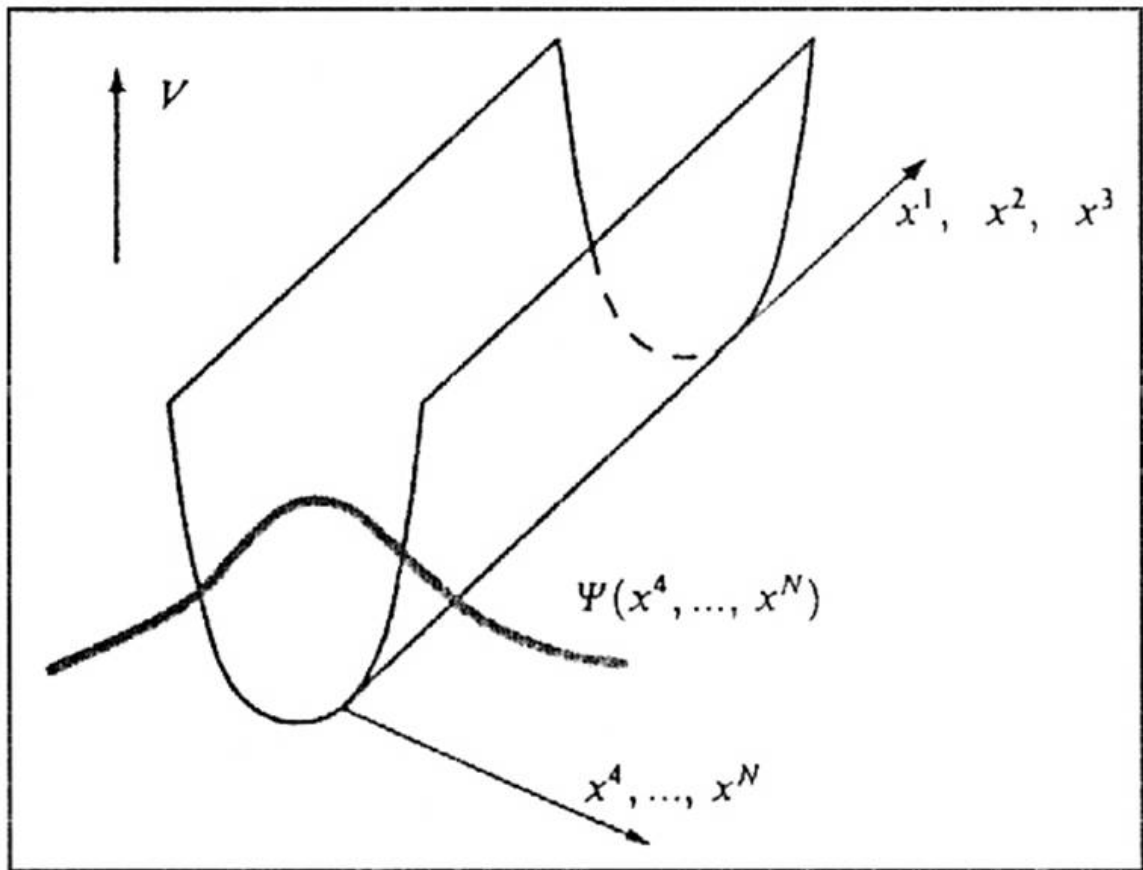
До неотдавна всички тези представи рядко се подлагаха на съмнение. Ситуацията се променена радикално във връзка с детайлното обсъждане на модели с допълнителни измерения на пространството, основаващи се на идеята за “свят върху брана”.

Разглеждането на многомерни модели беше стимулирано основно от теорията на суперструните и нейното обобщение – М-теорията, която днес представлява единствената квантова теория, включваща, макар и само принципно, всички взаимодействия (в това число и гравитационното), и която, както изглежда, е непротиворечива на произволно малки разстояния. Теорията на суперструните и М-теорията се формулират по най-естествен начин в пространство-време с размерности $D = 10$ и $D = 11$ съответно и именно това обстоятелство е указание за възможността за съществуване на допълнителни измерения. Освен това в теорията на суперструните калибровъчните полета и взаимодействащите с тях частици са локализирани върху D -брани – хиперповърхности, казано най-общо, с по-малка размерност, поставени в $(D - 1)$ -мерно пространство. Така в теорията на суперструните възниква представата за свят върху брана.

Експерименталните свидетелства за допълнителни измерения, разбира се, не съществуват (засега?). От гледна точка на феноменологията някаква, макар и доста слаба, мотивация за разглеждането на многомерните модели е свързано със съществуването на вече споменатата йерархия m_Z Q M_{Pl} и с наблюдения, даващи сериозни указания за наличие в природата на ненулев космологичен Λ -член

$$\Lambda \sim (10^{-3} \text{ eV})^4 \sim 10^{-48} \text{ GeV}^4.$$

Толкова малка, но ненулева, стойност на Λ -члена е извънредно трудно да се обясни в рамките на четиримерните теории. Следва да се подчертае, че и двете тези феноменологични съображения в никакъв случа не трябва да се разглеждат като някакво пряко указание за съществуването на допълнителни измерения на пространството: йерархията m_Z Q M_{Pl} има своето красиво обяснение в четиримерните теории на Великото обединение, а убедително решение на проблема за Λ -члена и до днес не е намерено и в многомерните теории, въпреки че в тях се появяват интересни подходи за нейното решаване.



Фиг. 1.

2. Свет върху брана. В моделите на “свет върху брана” се предполага, че всички частици, с изключение на гравитона, са локализирани върху тримерна хиперповърхност (брана), съдържаща се в N -мерно включващо я пространство. В най-простия случай тази хиперповърхност е плоскост и физиката върху такава брана притежава четиримерна лоренц-инвариантност. “Светът върху брана” беше предложен доста отдавна [3], обаче тази възможност започна да се обсъжда интензивно едва напоследък, преди всичко във връзка с появяването на представата за D -брани в теорията на суперструните. Съществуват цяла редица теоретико-полеви и струнни механизми за локализиране на частици върху брана, но така или иначе работата се свежда до съществуването на потенциална яма в направления, перпендикулярни на браната, която именно локализира вълновите функции на частиците (фиг. 1). Опростявайки до известна степен ситуацията нека запишем уравнението за вълновата функция на частицата във вида:

$$[\square^{(N+1)} + V(\mathbf{y})] \Psi(x^\mu, \mathbf{y}) = 0, \quad (1)$$

където x^0 е времевата координата, $x^i = (x^1, x^2, x^3)$ са пространствените координати върху браната, $\mu = 0, 1, 2, 3$; $\mathbf{y} = (x^4, \dots, x^N)$ е радиус-векторът в перпендикулярно направление, $V(\mathbf{y})$ е потенциалът и $\square^{(N+1)}$ е вълновият оператор в $(N + 1)$ -мерното пространство-време

$$\square^{(N+1)} = \partial^2 / \partial (x^0)^2 - \Delta^{(N)},$$

където $\Delta^{(N)}$ е лапласиан в N -мерното пространство. Решението на уравнение (1) е линейна комбинация на вълнови функции от вида

$$\Psi(x^\mu, \mathbf{y}) = \exp(i\omega t - ip_\mu x^\mu) \Psi_M(\mathbf{y}), \quad (2)$$

като при това квадратът на четиримерния импулс е равен на

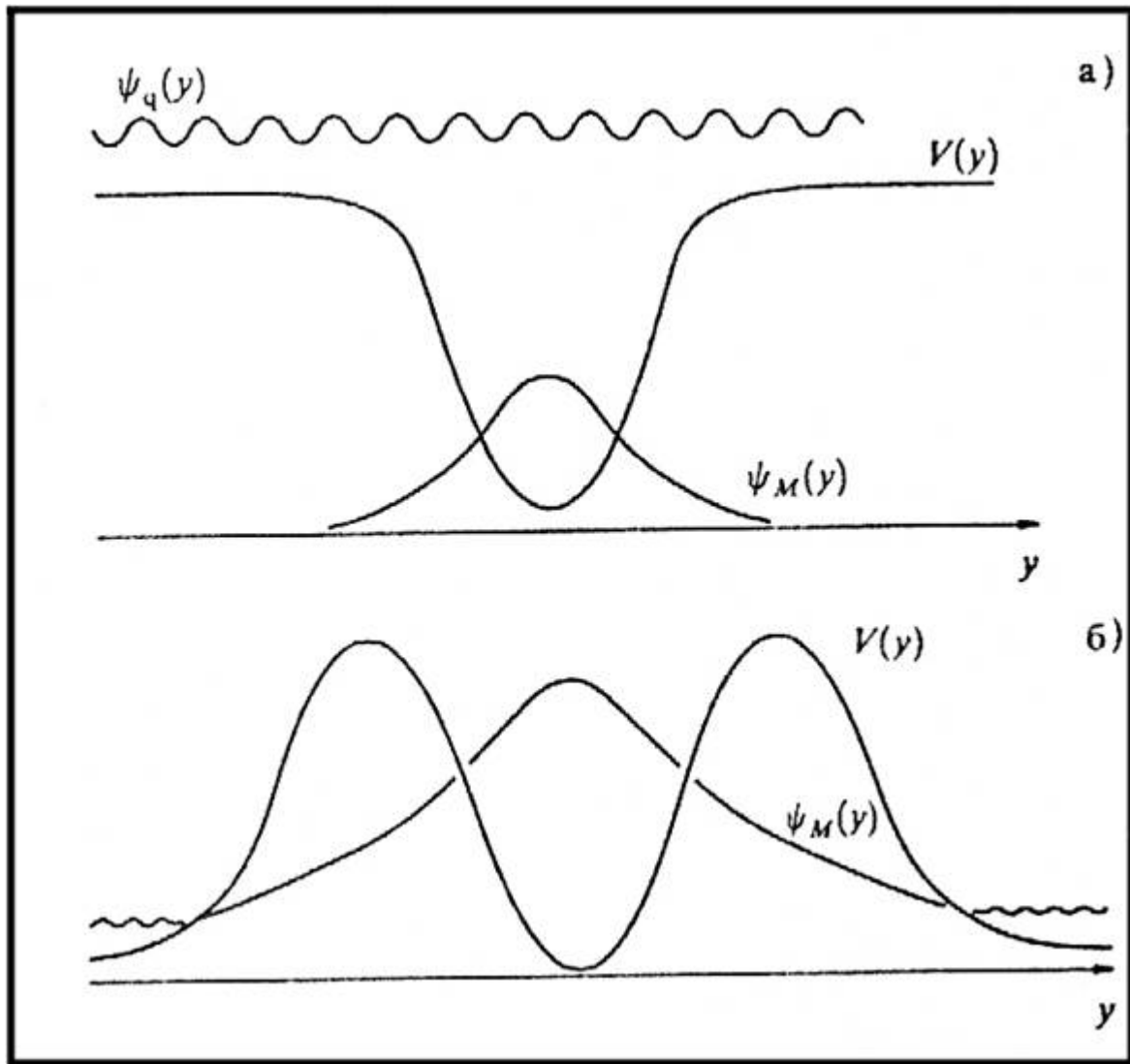
$${}^{(4)}p^2 \equiv \omega^2 - {}^{(3)}\mathbf{p}^2 = M^2, \quad (3)$$

а Ψ_M и M са собствените функции и собствените стойности на напречното уравнение

$$[\Delta_{\mathbf{y}}^{(N-3)} + V(\mathbf{y})] \Psi_M(\mathbf{y}) = M^2 \Psi_M(\mathbf{y}) \quad (4)$$

Такава конструкция е феноменологически приемлива, ако: а) най-ниското ниво в потенциалната яма е с $M^2 \approx 0$ – в съответствие с (2) и (3) частици, намиращи се на това ниво, се разпространяват по браната и от четиримерна гледна точка имат малки маси, съответстващи на известните ни относително леки частици; б) възбудените нива имат $M \geq \text{TeV}$ и на тях биха съответствали тежките аналози на известните ни частици (тежки електрони, кварки и пр.).

Ситуация, подобна на “свят върху брана” е добре известна във физиката на кондензираната материя; например пряк аналог на свят върху брана е квантовата яма.



Фиг. 2.

В зависимост от модела потенциалната яма може да бъде с безкрайно високи стени или да се реализират ситуациите, изобразени на фиг. 2. В този случай непрекъснатият спектър съответства на частици, разпространяващи се по цялото N -мерно пространство. В случая, представен на фиг. 2а, образуването на такива частици е възможно при високи енергии; за нас, наблюдателите, съставени от локализирани върху браната частици, това означава, че при високи енергии са възможни процеси от типа

$$e^+e^- \rightarrow \text{нищо}, \quad (5)$$

където “нищо” означава частици, напускащи браната и нерегистрирани от наблюдатели, намиращи се върху браната. В ситуацията, изобразена на фиг. 2б, даже леките частици имат крайна вероятност да напуснат браната, т.е. възможни са процеси от типа на разпаданията

$$n \rightarrow \text{нищо}, \quad (6)$$

където n означава неутрална частица (неутрон, неутрино, Z-бозон) или даже разпадане на електрон

$$e^- \rightarrow \text{нищо}, \quad (7)$$

Във всички тези процеси наблюдател върху браната ще установи видимо нарушаване на закона за запазване на енергията, а в последния случай – и видимо незапазване на електричния заряд. Уместно е да се запитаме, а как такава възможност се съгласува с четиримерния характер на гравитацията върху браната (а в случая на незапазване на електричния заряд и с четиримерния характер на електродинамиката върху браната). С други думи, наистина ли изложеният в увода аргумент, изискващ запазване на заряда и енергията, може и да не е валиден при многомерните модели. Ще разгледаме този въпрос в 4-ти раздел, а сега нека обсъдим един прост модел, илюстриращ възможността за нов подход към проблема с йерархията $m_Z \ll Q \ll M_{Pl}$.

3. Допълнителни измерения с голям размер. Досега оставяхме настрана въпроса как гравитацията за частиците върху браната става ефективно четиримерна. Възможни са няколко отговора на този въпрос. Простата възможност е, че допълнителните измерения са компактни [4] и се характеризират с размера R . Такъв пример е изобразен на фиг. 3; допълнителните измерения в този пример са плоски и представляват окръжност с радиус R . Оставяйки настрана тензорната структура, линеаризираното уравнение на Айнщайн за този случай може да бъде записано схематично във вида:

$$[\square^{(4)} - \partial^2/\partial(x^4)^2 - \dots - \partial^2/\partial(x^N)^2]h = 0,$$

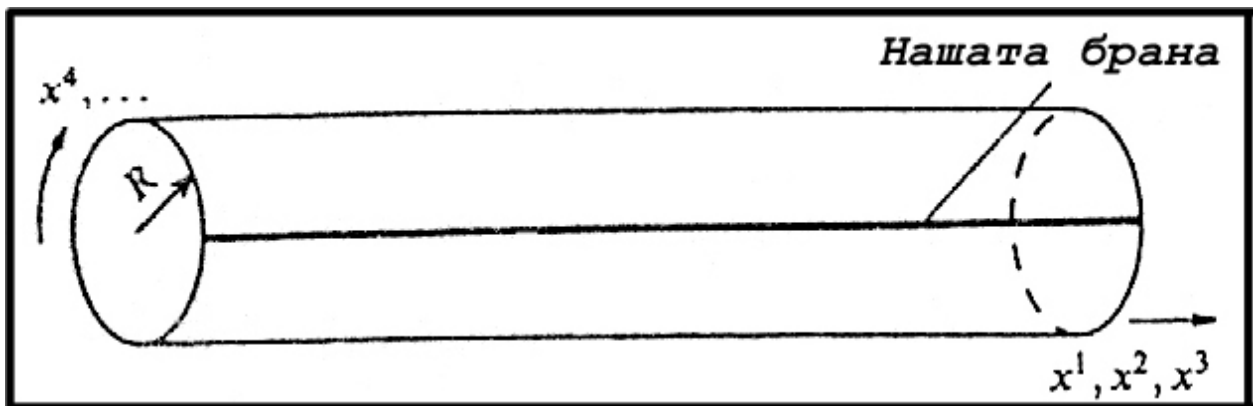
където h е отклонението от плоската метрика. Решението на това уравнение представлява суперпозиция на вълни от вида:

$$h_n = \exp(i\omega t - ip_j x^j) \exp(-ix^4 n_4/R) \dots \exp(-ix^N n_N/R),$$

където n_4, \dots, n_N са цели числа (ъгловите моменти по компактните измерения), а квадратът на четириимпулса е равен на:

$${}^{(4)}p^2 \equiv \omega^2 - {}^{(3)}\mathbf{p}^2 = \mathbf{n}^2/R^2 \quad (8)$$

Състояние с $\mathbf{n} = 0$ има нулева четиримерна маса и представлява обикновен гравитон. Масивните гравитони с $\mathbf{n} \neq 0$ не допринасят за гравитационното взаимодействие на големи разстояния, понеже водят до потенциал от типа на Юкава, спадащи експоненциално при $r \gg R$.



Фиг. 3.

По такъв начин гравитацията в този модел е четиримерна при $r \gg R$, но престава да бъде четиримерна при $r \sim R$.

При $r \gg R$ е в сила N -мерният закон на Нютон:

$$V(r) = G_* m_1 m_2 / r^{1+d}, \quad (9)$$

където G_* е фундаменталната гравитационна константа на теорията в $(N + 1)$ -мерното пространство-време, $d = N - 3$ е количеството допълнителни измерения. При $r \gg R$ е в сила четиримерният закон на Нютон,

$$V(r) = G m_1 m_2 / r, \quad (10)$$

където G е стандартната константа на Нютон. Съшиването на потенциалите (9) и (10) при $r \sim R$ дава

$$G_* / R^d \sim G. \quad (11)$$

Ако се въведе фундаментална маса M_* , която е свързана с G_* (от размерни съображения) по следния начин:

$$G_* = 1 / M_*^{2+d},$$

то от (11) получаваме

$$(R M_*)^d = M_{\text{Pl}}^2 / M_*^2 \quad (12)$$

По такъв начин четиримерната гравитационна константа G и масата на Планк M_{Pl} в този модел са ефективни величини и M_{Pl} може съвсем да не съвпада с M_* . Това позволява проблемът за йерархията $m_Z \ll M_{\text{Pl}}$ да се разгледа от неочаквана страна. Може да се предположи, че порядъкът на големината на фундаменталния мащаб M_* съвпада с този на електрослабото взаимодействие, т.е. да се избере $M_* \sim \text{TeV}$. Тогава съотношението (12) ще определя размера R на допълнителните измерения. При $d = 1$ се получава неприемливо голямата стойност $R \sim 10^{15}$ cm; при $d = 2$ получаваме $R = 0,1$ cm, което е интересно за проверка на закона на Нютон при малки разстояния (в този модел той се нарушава при $r \sim R$, а субмилиметровата област на разстоянията е достъпна за изучаване: ние вече споменахме, че днес законът на Нютон е проверен до разстояния 0,02 cm). При $d = 3$ получаваме $R \sim 10^{-7}$ cm, а при $d > 3$ – още по малки стойности за R , така че в тези случаи да се открият отклонения от закона на Нютон на разстояния от порядъка на R е още по-трудно, ако въобще е възможно.

Разбира се, такъв подход не решава проблема, а само преформулира проблема за йерархията: той се превръща във въпрос защо размерът на допълнителните измерения е голям в сравнение с фундаменталния мащаб $l_* \sim M_*^{-1} \sim 10^{-17}$ cm. И все пак този подход представлява интерес, още повече, че в други модели с компактни допълнителни измерения йерархията между фундаменталния мащаб l_* и размера на допълнителните измерения се оказва не толкова значителен.

За описания тук подход към проблема за йерархиите е характерно това, че гравитационните взаимодействия стават силни не в мащаба на енергия M_{Pl} , а при фундаменталния мащаб $M_* \sim \text{TeV}$. Такава възможност допуска експериментална проверка с бъдещите колайдъри (на първо място с протон-протонния колайдър LHC, строящ се в ЦЕРН), които ще изследват тевната

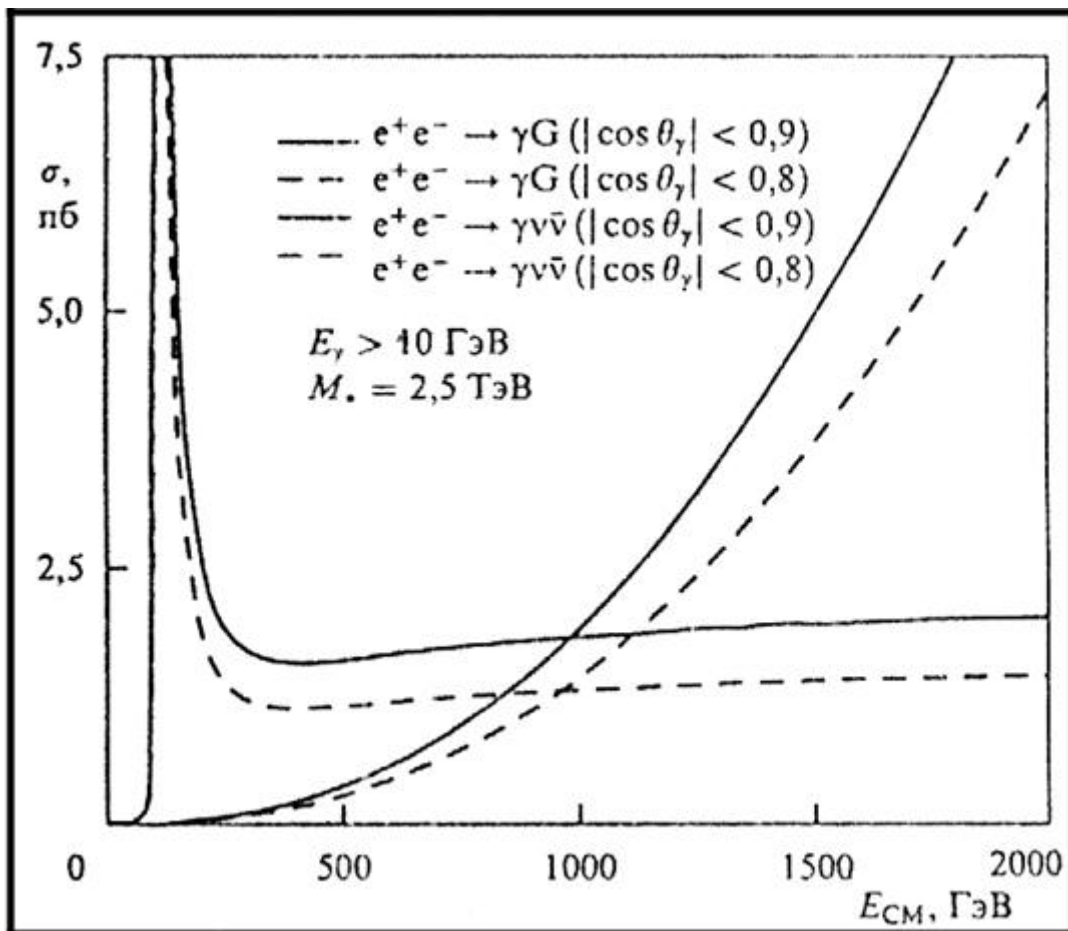
област на енергиите. Като примери за такива процеси, при които могат да се проявят гравитационните взаимодействия при $M_* \sim \text{TeV}$, могат да послужат

$$q\bar{q} \rightarrow g + G, \quad (13)$$

където q , \bar{q} , g и G означават съответно кварк, антикварк, глюон и гравитон, а в e^+e^- колайдър

$$e^+e^- \rightarrow \gamma + G \quad (14)$$

При тези процеси гравитонът не се детектира и се проявява като “загубена енергия”. Като пример, на фиг. 4 е изобразено сечението на процеса (14) в зависимост от енергията в системата на центъра на масите за модел с $M_* = 2,5 \text{ TeV}$ и за сечение на фоновия процес $e^+e^- \rightarrow \gamma + \nu\bar{\nu}$ (с отчитане на необходимите ограничения за енергията и за ъгъла на излитане на фотона). Сечението на процеса (14) расте, както и трябва да бъде в процеси с участие на гравитони и значително превишава сечението на фоновия процес при достатъчно високи енергии на взаимодействащите си частици.



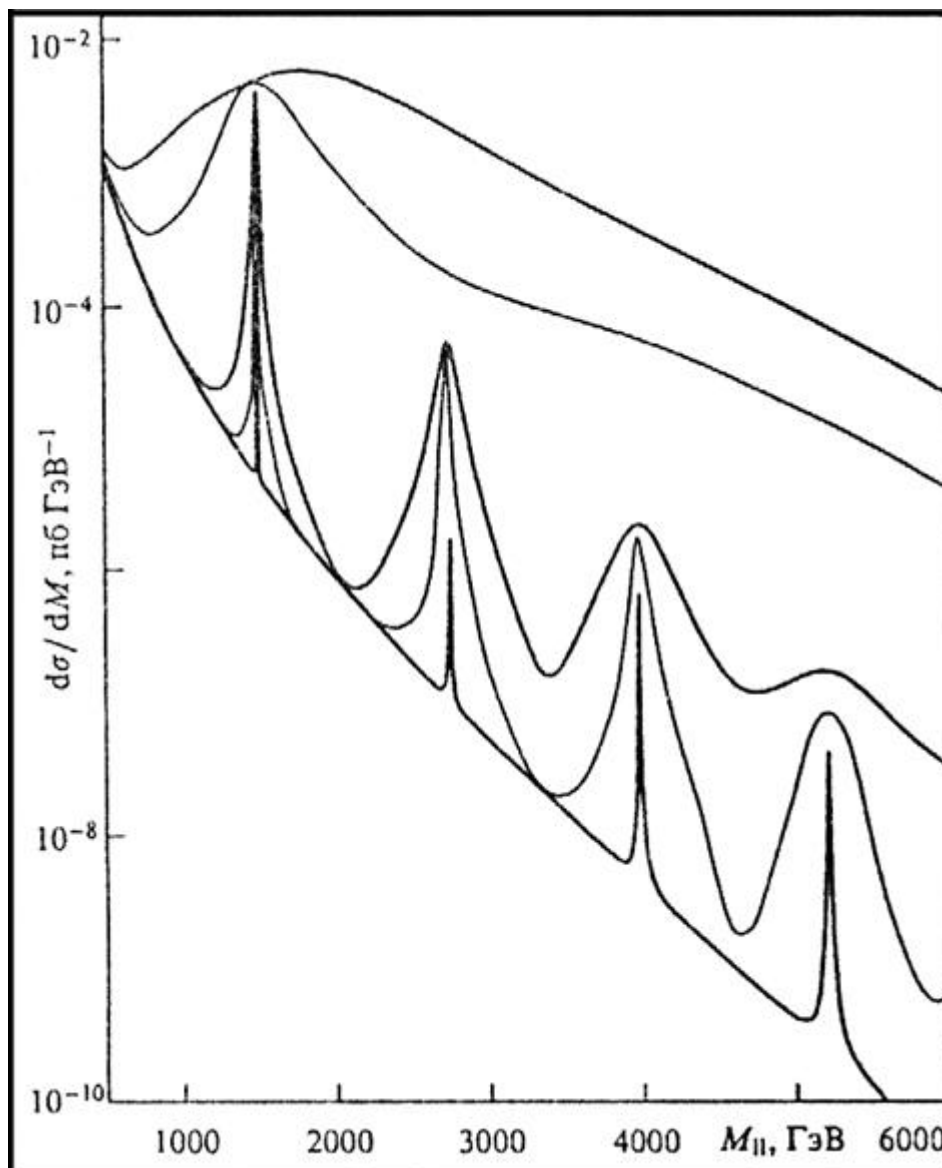
Фиг. 4. Сечение на процеса $e^+e^- \rightarrow \gamma + G$ в сравнение със сечението на фоновия процес $e^+e^- \rightarrow \gamma + \nu\bar{\nu}$ при две възможни ограничения за ъгъла на излитане на фотона.

При другите модели с фундаментален гравитационен мащаб $M_* \sim \text{TeV}$ картината може да бъде малко по-различна. При някои модели възникват гравитони с маса от порядъка на M_* . В колайдърните експерименти те могат например да се проявят като резонанси в процеси на разсейване

$$gg \rightarrow G \rightarrow e^+e^-, \mu^+\mu^-.$$

Като пример, на фиг. 5 е показана зависимостта на сечението за раждане на двойка лептони при енергиите на ЛНС от инвариантната маса на лептонната двойка за случая с $M_* = 1,5 \text{ TeV}$. Максимумите в сечението съответстват на тежък гравитон; те могат да бъдат регистрирани със сигурност, ако наистина фундаменталната маса M_* е толкова малка.

Съществуват и други възможности за търсене на гравитационни ефекти при колайдърите, които сега ние няма да разглеждаме. Общият извод е, че модели с $M_* \leq 2 - 5 \text{ TeV}$ (точната стойност зависи от модела) напълно допускат проверка при колайдърни експерименти.



Фиг. 5. Образуване на лептонна двойка при протон-протони взаимодействия при енергиите на LHC за различните стойности на параметрите на модела.

4. Индуцирана гравитация. Допълнителните измерения могат да бъдат не само с голям, но и с безкраен размер. Като пример нека разгледаме модел [5], в който съществена роля играят слагаемите в ефективното гравитационно действие, индуцирани от материята върху браната. Ще приемем, че изходното гравитационно действие в $(N + 1)$ -мерното пространство-време е

$$S_{\text{bulk}} = \int d^{N+1}x \mathcal{L}(g_{AB}) \quad (15)$$

и се характеризира с фундаментален параметър M_* , който е малък в сравнение с M_{Pl} . В частност при енергии по-малки от M_* тази част на действието има вида на действие на Айнщайн-Хилберт

$$S_{\text{bulk}} = M_*^{N+2} \int d^{N+1}x {}^{(N+1)}R ({}^{(N+1)}g)^{1/2} + \dots,$$

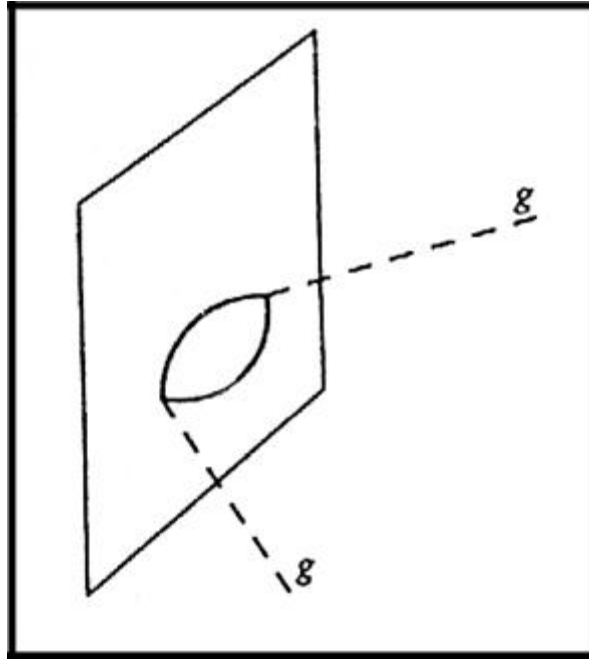
където многоточието означава членове с висши производни. Както и преди ще смятаме, че материята е локализирана върху тримерна брана. В пълна аналогия с известните работи по индуцирана гравитация, трябва да очакваме, че радиационните ефекти, свързани с тази материя, индуцират допълнителни приноси в ефективното гравитационно действие (фиг. 6). Тези приноси зависят само от стойността на метриката $g_{\mu\nu}$ върху браната и се характеризират с друг енергетичен мащаб – ефективния мащаб на обрязване на теорията на полето за материята върху браната. Този мащаб е отъждествим с планковата маса и може да се запише от съображения за симетрия за посочените приноси в ефективното действие като

$$S_{\text{brane}} = M_{\text{Pl}}^2 \int_{\text{brane}} d^4x ({}^{(4)}g)^{1/2} {}^{(4)}R \quad (16)$$

(възможните членове с висши производни са несъществени). По такъв начин пълното ефективно действие ще добие вида

$$S^{\text{eff}} = S_{\text{bulk}} + S_{\text{brane}} \quad (17)$$

Идеята е, че при $M_{\text{Pl}} \gg M_*$ индуцираният член S_{brane} доминира за източниците върху браната и гравитацията е ефективно четиримерна.



Фиг. 6.

Резултатът от решението на линеаризираните уравнения на полето, съответстващи на действието (17) е доста неочакван. Преди всичко четиримерният закон на Нютон за масите върху браната е валиден само в ограничена област от разстояния

$$r_{\min} \leq r \leq r_{\max}, \quad (18)$$

където $r_{\max} \sim M_{\text{Pl}}/M_*^2$.

Космологически приемливата стойност $r_{\max} \geq 10^{28}$ cm се получава при $M_* \leq 10^{-3}$ eV. По такъв начин моделът е приемлив, само ако фундаменталният гравитационен мащаб на енергията е много малък. Що се отнася до r_{\min} , то стойността на този параметър зависи силно от другите параметри на модела и може би е от порядъка на M_*^{-1} или значително по-малък. В първия случай е в сила законът на Нютон на разстояния по-големи от 0,02 cm, което, заедно с предишното ограничение, дава

$$M_* \sim 10^{-3} \text{ eV}.$$

Впрочем такава оценка, независимо от стойността на r_{\min} , следва и от астрофизичните и от колайдърните ограничения.

Фактът, че законът на Нютон престава да се изпълнява при свръхголями разстояния, може да се обясни по следния начин. Далеч от браната индуцираното слагаемо в действието е несъществено и съществуват гравитони, разпространяващи се в цялото многомерно пространство и имащи колкото си искат малки енергии. От четиримерна гледна точка това са състояния в непрекъснатия спектър. Четиримерният гравитон, разпространяващ се по браната, представлява резонанс в този непрекъснат спектър, т.е. той може да напусне браната с крайна вероятност. Ситуацията е до известна степен аналогична на изобразената на фиг. 2б. При

свърхдълги времена и съответно при свърхголеми разстояния гравитацията върху браната престава да бъде четиримерна. Такава възможност е възниквала и в предишни модели [6].

Вторият резултат е, че четиримерното гравитационно взаимодействие на масите върху браната на междинни разстояния (18) зависи, казано най-общо, от формата на напречните вълнови функции на тези частици; казано другояче – от разпределенията на плътността на масите по посока, напречна на браната. Следователно в тези модели се нарушава принципът на еквивалентност между гравитационната и инертната маси. Нивото на това нарушаване е от порядъка на величината $M_*^2 \Delta^2$, където Δ е дебелината на браната и при $M_* \leq 10^{-3}$ eV и $\Delta \leq 10^{-17}$ cm то е извънредно ниско, за да може да бъде установено експериментално. Въпреки това самата възможност за слабо нарушаване на принципа на еквивалентност в геометричната теория на гравитацията представлява съществен интерес.

Едно друго свойство на модела – явното незапазване на енергията върху браната (за сметка на напускащите я частици) е напълно допустимо и не противоречи на четиримерния характер на гравитационното взаимодействие върху браната (на междинни разстояния). Това свойство е характерно за много модели с допълнителни измерения с безкраен размер и е обусловено от това, че за маси извън браната четиримерното описание на гравитацията представа да бъде вярно и ситуацията става съществено многомерна. Във връзка с това нека отбележим, че по аналогичен начин може да се запазва и електричният заряд върху браната; съответните модели са разгледани в [7].

Освен това гравитацията извън браната става силна при малък мащаб на енергията M_* . Гравитацията върху браната остава слаба до значително по-високи енергии, което е свързано с подтискането на гравитационните флукуации върху браната за сметка на индуцирания принос (16) в действието. Въпреки това в модела се появява междинен мащаб $(M_* M_{Pl})^{1/2}$, при който очевидно трябва да се очаква възникване на гравитационни ефекти, наблюдавани в експерименти при високи енергии. Интересно е, че при $M_* \sim 10^{-3}$ eV този мащаб има големина от порядъка на няколко TeV, т.е. отново попада в областта на енергиите на бъдещите колайдъри.

Вече беше отбелязано, че при малки разстояния, $r \leq r_{\min}$, четиримерният закон на Нютон престава да бъде в сила. Заслужава да се отбележи, че съответните поправки към закона на Нютон зависят, най-общо казано, от разпределението на плътността на масите в направления, перпендикулярни на браната, т.е. от вълновите функции на частиците върху браната. По такъв начин близкодействащите приноси зависят от типа на частиците и представляват аналог на “петата сила”.

И накрая, в този модел космологичното разширяване съответства буквално на движението на браната в съдържащо я плоско пространство. Понеже четиримерното описание на гравитационните взаимодействия на браната работи на разстояния $r > r_{\min}$, разширяването на Вселената се описва от стандартните уравнения на Фридман при достатъчно малки стойности на параметъра на Хъбъл $H \leq r_{\min}^{-1}$. През горещия стадий на еволюцията на Вселената параметърът на Хъбъл е свързан с температурата $H = \text{const. } T^2/M_{Pl}$ и затова стандартната теория на “Големя взрив” работи при

$$T \leq (M_{Pl} r_{\min}^{-1})^{1/2} < 3 \text{ TeV.}$$

Тук е отчетено, че $r_{\min} < 0,01$ cm, което е установено при експерименти за проверка на закона на Нютон. При температури по-високи от $(M_{Pl} r_{\min}^{-1})^{1/2}$ стандартната теория на горещата Вселена не работи, но това не противоречи на наблюдателните данни. Обаче остават открити въпросите, свързани с протичането на инфлационния стадий, генерацията на първични флукуации в плътността и т.н. Нека отбележим, че представата за Вселената като брана, движеща се във

фиксирано съдържащо я пространство, възникват и при по-ранни модели за “светът върху брана” [8], при това някои от тези въпроси намират в тях положително решение.

5. Заключение. По този начин традиционните представи престават да бъдат верни в многомерните модели на “свят върху брана”. Нека си припомним тези изброени в увода представи. А сега, имайки предвид разгледаните модели, можем да направим следните заключения:

- Четиримерният характер на далекодействащите сили между частици върху брана не изключва възможността за видимо незапазване на енергията, на електричния заряд и, вероятно, на цвета в модели с допълнителни измерения с безкраен размер. Но, грубо казано, четиримерното уравнение $\text{div}E = 4\pi\rho$ не е в сила за частици, напуснали браната, и поради това незапазването на заряда не противоречи на причинността.

- Геометричната природа на гравитацията е съвместима с нарушаването на принципа за еквивалентност между гравитационната и инертната маси. Точно в моделите с индуцирана гравитация това нарушение е много малко, за да бъде наблюдавано експериментално, но не е изключено в други модели то да бъде забележимо.

- Фундаменталният гравитационен мащаб на енергията M_* може да бъде значително по-малък от M_{Pl} , което може да поражда явления, наблюдаеми при колайдърите на високи енергии.

- Възможни са отклонения от четиримерния закон на Нютон при достатъчно големи разстояния, сравними с експерименталната граница $r_{\text{min}} = 0,02$ cm.

- Законът на Нютон и описанието в рамките на четиримерната обща теория на относителността могат да престанат да бъдат валидни и при свръхголеми разстояния. По принцип изменение на гравитацията при космологични мащаби за дължина може да се превърне в алтернатива на космологичния Λ -член.

Експерименталното установяване на кое да е от изброените свойства би било сериозен аргумент в полза на съществуването на допълнителни пространствени измерения. Дали природата ни е дала такава възможност или многомерните модели ще останат красиви умозрителни построения, ще покаже бъдещето.

Превод: **Н. Ахабабян**

* “Многомерные модели физики частиц”, *Успехи Физических Наук*, т. 173, № 2, 2003 г. Доклад, изнесен на 30.10.2002 г. във Физическия институт “Лебедев” пред Обединената сесия на Отделението по Физически науки на Руската Академия на Науките и Обединеното физическо общество на Руската Федерация. (В “Светът на физиката” докладът е представен с някои съкращения, без “Приложението” и пълния списък на литературата; за подробности – вж. цитирания оригинален текст).

** В. А. Рубаков, водещ научен сътрудник в Института за ядрени изследвания на РАН.

Бележки и литература

[1] “брана” – от мембрана – двумерен обект, М-брана – многомерен обект.

- [2] C. D. Hoyle et al. *Phys. Rev. Lett.*, 86 (2001) p. 1418.
- [3] V. A. Rubakov & M. E. Shaposhnikov, *Phys. Lett. B*, 125 (1983) p. 136; K. Akama, *Proc. of the Intern. Sim.*, Nara, Japan, 1982.
- [4] Модели с компактифицирани допълнителни измерения са се появили много преди представата за “свят върху брана”. Такъв е моделът на Калуца-Клайн (Kaluza T. *Sitzungsber, Preuss. Akad. Wiss., Berlin, Math.-Phys. Kl.* (1) 966 (1921); O. Klein, *Z. Phys.*, 37 (1925) p. 895).
- [5] G. Dvali & G. Gabadadza, *Phys. Rev. D*, 63 (2001).
- [6] I. Kogen et al., *Nucl. Phys. B*, 584 (2000) p. 313.
- [7] S. L. Dubovsky, V. A. Rubakov & P. G. Tinyakov, *JHEP 0008041* (2000).
- [8] M. Gogberashvili, *Europhys. Lett.*, 49 (2000) p. 396; P. Bowcock et al., *Class. Quantum Grav.*, 17 (2000) p. 4745.

БЕСЕДИ ЗА ОТНОШЕНИЕТО НА ПРИРОДОЗНАНИЕТО КЪМ РЕЛИГИЯТА

Вернер Хайзенберг

В една от вечерите, които по време на Солвеевския конгрес провеждахме всички заедно в брюкселския хотел, няколко по-млади участници в конгреса седяха във фойето, между тях Волфганг Паули и аз. Малко по-късно към нас се присъедини Пол Дирак. Някои зададе въпрос: “Айнщайн толкова много говори за Господ Бог, какво би могло да означава това? Едва ли можем да си представим, че такъв учен като Айнщайн е бил така привързан към религиозните традиции”. “Айнщайн едва ли, но затова пък Макс Планк по всяка вероятност, да” – му отговориха. “Има изказвания на Планк за съотношението между религията и природознанието, в които той стои на позицията, че между тях няма никакво противоречие, че религията и природознанието прекрасно се съгласуват”. Попитах мене, какво зная аз за възгледите на Планк в тази област и какво мисля за тях. Няколко пъти съм беседвал със самия Планк, вярно, повече за физиката, отколкото по по-обща въпроси, но аз познавах няколко добри приятели на Планк, които много ми бяха разказвали за него; затова се смятах способен да обрисувам неговата гледна точка.

- Струва ми се – приблизително така отговорих аз, – че за Планк религията е съединима с природознанието, защото те, според него, се отнасят до свършено разни области на действителността. Природознанието има работа с обективния материален свят. То поставя пред нас задачата да формулираме правилни твърдения за тази обективна действителност и да разберем съществуващите в нея връзки. Религията пък има работа със света на ценностите. Тя ни учи на това, как трябва да бъде, какво трябва да правим, а не за това, което е. В природознанието става дума за истинското и неистинското, в религията – за доброто и злото, за ценното и непритежаващото ценности. Природознанието е основа на технически целесъобразни действия, религията е основа на етиката. От тази гледна точка конфликтът между двете сфери, започнал през 18-и в., се основава на недоразумения, които възникват, когато образите и символите на религията ние тълкуваме като природонаучни твърдения, което, разбира се, е безсмислено. Според възгледа, който аз добре съм усвоил още в бащиния дом, тези две сфери поотделно се отнасят към обективната и субективна страни на света. Природознанието в известен смисъл е онзи способ, с който ние подхождаме към обективната страна на действителността, с който ние я анализираме. Обратно, религиозната вяра е израз на личния избор, когато ние установяваме за себе си ценности, в съответствие с които уреждаме своето жизнено поведение. Като правило ние правим този избор, съобразявайки се с общността, към която принадлежим – семейството, народа или нашия културен кръг. По много силен начин влияят на нашия избор възпитанието и средата. Но в края на краищата той е субективен и затова не подлежи на критерия “истина или лъжа”. Ако аз правилно разбирам Макс Планк, той е използвал своята свобода на избора, като е приел недвусмислено решение в полза на християнската традиция. Неговият начин на мислене и постъпки, включително отношенията с хората, се движат, безусловно, в руслото на тази традиция и тук никой не може да му откаже правото. По такъв начин двете сфери, обективната и субективната страни на света, при него са ясно разделени – но трябва да признаем, че такова разделяне на мене не ми допада. Аз се съмнявам, че човешките общества ще могат дълго време да живеят с такова рязко разграничаване на знанията от вярата.

Волфганг споделяше тази моя загриженост. “Да, – каза той, – това наистина едва ли е възможно. Във времената на възникване на религиите цялото знание, с което вярващите общности са разполагали, по естествен начин е намерило израз и в духовната форма, най-важното съдържание на която са били тогава ценностите и идеите на съответната религия.

Тази духовна форма, както се изисквало от нея, трябвало да бъде така или иначе разбираема за най-простия човек в общината, макар даже свещените символи и образи да му внушавали само неопределено усещане за смисъла на ценностите и идеите на неговата религия. Простият човек трябвало да бъде уверен, че тази духовна форма обхваща всичкото знание на общината, доколкото бил длъжен да се ръководи от нейните ценности в своя жизнен избор. Да вярва за него не значи “да смята за вярно”, а “да се довери на тези ценности като на ръководство”. От тук възникват големи опасности, когато новото знание, достигнато в хода на историята, заплашва да разчупи старата духовна форма. Пълното разделяне между знанието и вярата е, разбира се, само палиатив за кратко време. Например в западната културна сфера в недалечно бъдеще може да настъпи момент, когато символите и образите на предишната религия ще престанат да притежават убедителност даже за простия народ; боя се, че тогава за кратко време ще се разпадне и предишната етика и ще станат такива ужасни неща, които сега не можем и да си представим. Така, че аз не виждам голям смисъл във философията на Планк, даже ако тя е логично издържана и дори ако аз уважавам произтичащата от нея жизнена позиция. Светогледът на Айнщайн ми е по-близък. Господ Бог, за който той с такава охота споменава, при него има отношение към неизменните природни закони. При Айнщайн има чувство за централен порядък на нещата. Той усеща, че силно и непосредствено е преживял тази простота при откриването на теорията на относителността. Разбира се, от тук е още далече до догмите на религията. Айнщайн едва ли е привързан към някаква религиозна традиция и аз бих казал, че на него е свършено чужда представата за личностен Бог. Но за него не съществува разрыв между науката и религията. Централният порядък за него принадлежи както към субективната, така и към обективната област и това ми изглежда като най-добър изходен пункт”.

Изходен за какво? – запитах аз. Ако на отношението към световния ред се гледа като на лично дело, позицията на Айнщайн може напълно да се разбере, но от такава позиция още нищо не следва.

Волфганг: Може би все-таки нещо следва. Развитието на природознанието през последните две столетия безспорно измени човешкото мислене като цяло и го изведе от кръга на представите на християнската култура. И затова не е така маловажно какво мислят физиците. Та нали именно на този идеал – идеалът за обективния свят, съществуващ в пространството и времето по закона за причинността, е предизвикал конфликтът с духовните форми на различните религии. И ако самото природознание руши тези тесни рамки, както то направи в теорията на относителността и в още по-голяма степен е способно да направи в квантовата теория, за която ние сега с такава жар спорим, то съотношението между природознанието и онова съдържание, което искат да обхванат със своите духовни форми религиите, започва отново да изглежда по друг начин. Може би, благодарение на закономерностите, с които се запознахме през последните тридесет години от историята на природознанието, ние достигнахме до голяма широта на мисленето. Например понятието допълнителност, което Нилс Бор сега така енергично изтъква при интерпретацията на квантовата теория, съвсем не е ново в хуманитарните науки и във философията, макар и да не е формулирано така явно. Но фактът, че сега то навлиза в точните науки, означава някакво решително придвижване. Защото с негова помощ ние за пръв път започваме да разбираме обстоятелството, че представата за материалния обект, която смятахме за свършено независима от начина на наблюдение на този обект, е само абстрактна екстраполация, която не съответства на никоя действителност. В източната философия и в тамошните религии съществува допълнителна към тази наша, западна, представа за чистия субект на познанието, на който не противостои никакъв обект. И тази представа също е абстрактна екстраполация, която не съответства на никоя психологическа или духовна действителност. В бъдеще, мислейки за реда във вселената, би трябвало да се придържаме към средата, както тя е очертана, например, в принципа за допълнителността на Бор. Науката, построена върху такъв начин на мислене, ще бъде не само по-търпима към различните форми на религията, но ще може, разглеждайки по-пълно цялото, да обогати и света на ценностите”.

В разговора се включи и Пол Дирак, който – тогава той навършваше 25 години – не беше много разположен към търпимостта. “Не разбирам, защо тук говорим за религията” – намеси се той. “Ако не си кривим душата, а това е дълг на учения, трябва да признаем, че религията изказва явно лъжливи твърдения, за които в реалността няма никакви оправдания. Та дори самото понятие “Бог” е продукт на човешката фантазия. Може да се разбере защо първобитните народи, по-беззащитни пред всемогъществото на природните сили, отколкото нас, от страх са обожествявали тези сили и по такъв начин са достигнали до понятието божество. Но в нашия свят, когато ние осмисляме закономерностите на природата, подобни представи вече не са нужни. Аз не виждам никак си да ни помага признанието за съществуване на всемогъщ бог. За мене е напълно очевидно, че такова допускане води до постановка на безсмислени спорове, например по въпроса, защо бог е допуснал нещастията и несправедливостта в нашия свят, потискането на бедните от богатите и целия този ужас, който той е имал сили да предотврати. Ако днес някой още проповядва религия, то съвсем не е защото религиозните представи продължават да ни убеждават; не, в основата на всичко се крие желанието да се умиротвори народът, простите хора. Спокойните хора по-лесно се управляват от неспокойните и недоволните. Те и по-лесно се използват или експлоатират. Религията е своеобразен опиум, който дават на народа, за да го приспят със сладки фантазии, утешавайки го по такъв начин относно гнетящите го несправедливости. Не случайно винаги така бързо възниква алиансът между двете най-важни политически сили, държавата и църквата. Тези две сили са заинтересувани в запазването на илюзията, че добрият божичко ако не на земята, то на небето ще възнагради онези, които не са се възмущавали против несправедливостта, а спокойно и търпеливо са изпълнявали своя дълг. Ето защо честната констатация, че този бог просто е създаване на човешката фантазия, се смята за най-лошия смъртен грях”.

- Ти сега осъждаш религията от гледна точка на политическата злоупотреба с нея, – отбелязах аз. – Но доколкото в този свят може да се злоупотребява почти със всичко, в това число и с комунистическата идеология, за която ти неотдавна говореше, подобно осъждане не засяга същността на нещата. В края на краищата винаги ще съществуват човешки общества, а такива общества трябва да намерят и общ език, на който може да се говори за смъртта и живота и за великата световна всеобща взаимовръзка, в контекста на която се развива историята на обществото. Духовните форми, които исторически са се формирали в търсенето на този всеобщ език, притежават все-таки огромна сила на убеждаване, щом такива множества от хора с векове устройват своя живот по тези форми. Така просто, както ти казваш, с религията няма да се справиш. Впрочем, за тебе, може би някаква друга, например древната китайска, религия притежава по-голяма убедителност, отколкото тази, в която съществува представата за личностен Бог.

- Аз по принцип отхвърлям религиозните митове, – отговори Пол Дирак, – макар дори и затова, че митовете на различните религии взаимно си противоречат. Чиста случайност е, че аз съм се родил тук в Европа, а не в Азия, и от такива неща не може да зависи, кое е истина и кое не и в какво трябва да вярвам. В края на краищата аз мога да вярвам само в онова, което е истинско. Как трябва да постъпвам, аз мога да реша изключително с помощта на разума, на основата на ситуацията, че живея в общество с други хора, на които по принцип съм длъжен да призная същите права за живот, каквито искам за себе си. Затова аз съм длъжен да се грижа за справедливо разпределение на богатата, нищо друго не е необходимо; а всички разговори за божествена воля, за греха и разкаянието, за отвъдния свят, който да бъде ориентир за нашето поведение, служат просто за маскировка на суровата и трезва действителност. Освен това, вярата в съществуването на бога способства за представата, че покорността пред някаква висша сила е “угодна за бога” и с това увековечава структурите, които в миналото може би са били естествени, но за днешния свят вече не подхождат. Вече самият разговор за великата световна взаимовръзка и тем подобни за мене е противен. Та нали в живота всичко е както в нашата наука: пред нас стоят трудности и ние сме длъжни да опитаме да ги решим. При това ние винаги сме в състояние да решим само една трудност, а не няколко наведнъж; така че разговорът за световната взаимносвързаност представлява излишна мисловна надстройка.

Дискусията продължи в този дух още известно време и ние се чудехме, защо Волфганг вече не взима участие в нея. Той слушаше понякога с не много недоволен вид, понякога коварно усмихвайки се, но нищо не казваше. В края на краищата го запитахме, какво е неговото мнение. Той ни погледна малко смутено и каза: “Не, не, нашият приятел Дирак има религия; главната догма на тази религия гласи: “Няма никакъв бог и Дирак е неговия пророк”. Всички, в това число и Дирак, се разсмяха и с това нашият разговор във фойето на хотела приключи.

След известно време, може би вече в Копенхаген, аз разказах на Нилс за нашата беседа. Нилс веднага взе под защита най-младия член на нашия кръжок: “Смятам за забележително – каза той – как безкомпромисно Пол Дирак се отнася към неща, допускащи ясно изразяване на логичен език; онова, което въобще може да бъде казано, той смята, че може да бъде ясно казано, а за което не може да се говори, за него, според Витгенщайн, трябва да се мълчи. Когато Дирак ми показва своя нова работа, ръкописът е така ясно и без поправки написан, че да се гледа е естетично наслаждение; а ако след това аз му предложа да измени една или друга формулировка, той много се разстройва и в повечето случаи нищо не променя. Впрочем работата така или иначе е отлична. Неотдавна бяхме с Дирак на неголяма художествена изложба, където е окачен един италиански пейзаж на Мане – изглед от морето във великолепни сиво-сини тонове. На преден план се виждаше лодка, а до нея във водата – тъмно-сиво петно, смисълът на което трудно се разбираше. Дирак каза: “Това петно е недопустимо”. Това, разбира се, е своеобразен начин за разглеждане на произведения на изкуството. Но той изглежда е прав. В добро произведение на изкуството, както и в добра научна работа, всяка дреболия трябва да бъде еднозначно определена, не трябва да има нищо случайно.

И все пак, да се говори така за религията, разбира се, не бива. Вярно, и на мене, както на Дирак, идеята за персоната бог е чужда. Но преди всичко трябва да си изясним, че в религията езикът се използва по съвършено друг начин в сравнение с науката. Езикът на религията е по-сроден с езика на поезията, отколкото с езика на науката. Хората са твърде склонни да мислят, че ако предметът на науката е информацията за обективното положение на нещата, а на поезията – пробуждането на субективните чувства, то религията, щом тя говори за обективната истина, трябва да подлежи на научния критерий за истинност. На мене обаче цялото това разделение на обективна и субективна страни на света изглежда твърде пресилено. Ако религиите от всички епохи говорят с образи, символи и парадокси, това изглежда е така, защото просто не съществуват никакви други възможности да се обхване тази действителност, за която става дума. Но от тук съвсем не следва, че тя не е истинска действителност. И разцепвайки тази действителност на обективна и субективна страни, ние едва ли ще отидем много далече.

Затова аз, като разкрепостяване на нашето мислене, усещам, че развитието на физиката през последните десетилетия ни показва колко проблематични са понятията “обективност” и “субективност”. Още теорията на относителността установи това. Някога изказването, че две събития са едновременни, се смяташе за обективно твърдение, което може да бъде еднозначно предадено с езика и следователно допуска проверка от който и да е наблюдател. Днес ние знаем, че понятието “едновременно” съдържа субективен елемент, тъй като две събития, които за намиращия се в покой наблюдател изглеждат едновременни, за движещия се наблюдател не са обезателно такива. Въпреки това релативистското описание е обективно дотолкова, доколкото всеки наблюдател може чрез изчисления да определи какво ще възприеме или е възприел другият наблюдател. Въпреки това ние сме се отдалечили от идеала за обективно описание в духа на старата класическа физика.

В квантовата механика отдалечаването от този идеал е много по-радикално. С помощта на обективирация език на предишната физика ние можем да правим изказвания само за нещо, което е факт. Да речем: тук е почерняла фотографската плака или тук са се образували капчици мъгла. За атомите тук нищо не се казва. И отново, всички заключения за бъдещето на основата на такива констатации зависят от постановката на въпроса при експеримента, която зависи от свободния избор на наблюдателя. Разбира се, тук е все едно дали наблюдателят е човек, животно или уред. Но прогнозата за бъдещи събития не може да се преподнася независимо от наблюдателя или от средствата за наблюдение. По такъв начин в съвременното природознание

всяка констатация за положението на нещата във физическия свят придобива обективни и субективни черти. Обективният свят на природните науки от миналия век е бил, както сега знаем, пределната идеализация, а не действителността. Разбира се, и занаят при всеки анализ на действителността ще се налага да различаваме обективната страна от субективната, да прокараме граница между тях. Обаче положението на тази граница може да зависи от начина на наблюдение, до известна степен то подлежи на произволен избор. Затова за мене е съвършено ясно, че за съдържанието на религията не е възможно да се говори с обективизиращия език. Фактът, че различните религии се опитват да изразят това съдържание в съвършено различни духовни форми, не може да служи като възражение срещу действителното ядро на религията. Изглежда, че тези различни форми трябва да се смятат като допълнителни начини за описание, които взаимно се изключват, обаче само в своята съвкупност предават впечатлението за онова богатство, което произтича от отношението на човека към великата световна взаимосвързаност”.

- Ако ти така рязко различаваш езика на религията от езика на науката и езика на изкуството, продължих беседата, то какво, според тебе, означават безапелационно изказваните съждения от рода на “съществува жив Бог” или “съществува безсмъртна душа”? Какво означава на този език изразът “съществува”? А ние знаем, че научната критика, в това число и критиката на Дирак, е насочена именно против такива формулировки. За да разгледаме само гносеологичната страна на проблема, позволи ми да приведа следното сравнение.

В математиката, както е известно, ние използваме мнимата единица, квадратният корен от -1 , което се записва като $\sqrt{-1}$ и се означава с буквата i . Ние знаем, че сред естествените числа такова число i не съществува. Въпреки това важни области на математиката, например цялата теория за аналитичните функции, се основават на въвеждането на тази мнима единица, т.е. на това, че $\sqrt{-1}$ все пак съществува. Ти, разбира се, ще се съ согласиш с мен, ако кажа че фразата “ $\sqrt{-1}$ съществува” означава не нещо друго, а “съществуват важни математични съотношения, които най-просто се изразяват чрез въвеждане на понятието $\sqrt{-1}$ ”. Тези съотношения обаче съществуват и без неговото въвеждане. Затова такава математика може с голяма успех практически да се използва в природознанието и в техниката. Например в теорията за аналитичните функции решаващо се явява съществуването на важни математически закономерности, които се отнасят за двойки постоянно изменящи се променливи. Тези закономерности се разбират по-лесно, ако се образува абстрактното понятие $\sqrt{-1}$, макар то да не е принципно необходимо за разбирането и въпреки че сред естествените числа на него нищо не съответства. Такова е и абстрактното понятие безкрайност, но то също изпълнява важна роля в съвременната математика, макар нищо да не му съответства, макар че неговото въвеждане струпа маса проблеми. По такъв начин в математиката ние се издигаме на все по-високи степени на абстракции, получавайки цялостно разбиране на по-обширни области. Не може ли, връщайки се към нашия изходен въпрос, да възприемем думата “съществува” в религията също като изкачване към по-високи степени на абстракция? Това изкачване трябва да облекчи нашето разбиране за световната взаимосвързаност, нищо повече. Но самите взаимни връзки винаги действително съществуват, независимо с какви духовни форми сме се опитвали да ги обхванем.

- Докато става дума за гносеологичната страна на проблема, твоето сравнение би могло да мине, – отговори Бор. – Но в друг аспект то все пак е неудовлетворително. В математиката ние можем вътрешно да се абстрахираме от съдържанието на твърденията. В крайна сметка математиката е мислена игра, в която можем да се включим или не по наш избор. В религията става дума за нас самите, за нашия живот и за нашата смърт, там догмите на вярата стоят в основите на нашето поведение и, макар и косвено, в основите на нашето съществуване. Тук ние не можем безучастно да гледаме отстрани. Нещо повече, нашата позиция по въпросите на религията не може да се отдели от нашето положение в човешкото общество. Ако религията е възникнала като напълно определена духовна структура в живота на едно или друго конкретно човешко общество, остава неясно, следва ли тя да се разглежда като най-важна формираща социална сила на всички етапи от историята или пък съществуващото общество просто развива и усъвършенства своята духовна структура, като я приспособява всеки път към своето ниво на

знания. Днес изглежда индивидът е свободен да избира в коя духовна структура да влезе със своя начин на мислене и поведение; и с тази свобода на избор се изразява фактът, че границите между различните културни сфери и човешките общества са загубили своята рязкост и започват да се размиват. Но даже ако този индивид се стреми към висша независимост, той все едно – съзнателно или не, – е принуден много да заимства от вече съществуващите духовни структури. Защото той трябва да умее да говори за живота и смъртта и за действителността въобще с другите членове на обществото, в което е решил да живее; той трябва да възпитава своите деца в съответствие с идеалите на това общество, той е длъжен изцяло да влезе в живота на обществото. Така че гносеологичните тънкости няма да му помогнат. И тук ние трябва да осъзнаем, че съществува отношение на допълнителност между критичния анализ на вероуचितелното съдържание на една или друга религия и поведението, предпоставка на което е решителното възприемане на духовната структура на дадена религия. Такова съзнателно прието решение придава на индивида сила, която ръководи неговите постъпки, помага да се преодолеят моментите на неувереност, а когато му се налага да страда, го дарява с утеха, породена от чувството за прикритост вътре във великия световен порядък. По такъв начин религията помага за хармонизиране на живота в обществото и сред нейните най-важни задачи влиза напомнимето на великия ред във света с помощта на образите и символите.

- Ти често говориш за свободното решение на индивида – продължавах аз своите въпроси, – и представяш тази свобода, ако използвам сравнение от атомната физика, по аналогия със свободата на наблюдателя да поставя свой експеримент по един или друг начин. В старата физика за подобно сравнение няма място. Но готов ли си още по-непосредствено да свържеш с проблема за свободата на волята определени черти от новата физика? Както знаем, непълната детерминираност на процесите в атомната физика се използват понякога като аргумент в полза на това, че сега отново е създаден простор за свободната воля на индивида и заедно с това простор за божественото вмешателство.

Бор: “Аз съм убеден, че тук става дума за чисто недоразумение. Не може да се смесват в една купчина разни въпроси, които според мене се отнасят към различни начини на разглеждане, намиращи се в съотношение на допълнителност. Когато говорим за свобода на волята, то имаме предвид ситуацията, в която сме длъжни да взимаме решение. Тази ситуация се намира във взаимноизключващо се отношение с друга ситуация, в която ние анализираме подбудите на нашите постъпки, или също така със ситуация, в която изучаваме физиологични процеси, например електрохимичните реакции в мозъка. По такъв начин тук става дума за типично допълнителни ситуации и затова въпросът дали събитията са детерминирани от природните закони напълно или само статистически няма непосредствено отношение към проблема за свободната воля. Естествено, различните начини на разглеждане трябва в крайна сметка да съвпадат, т.е. трябва да се открие тяхната непротиворечива принадлежност към една и съща действителност; но как това конкретно ще стане, ние засега още не знаем. Накрая, когато става дума за божествена намеса, то очевидно се има предвид не природонаучна обусловеност на събитията, а смислена връзка, съединяваща това събитие с другите или пък с човешкото мислене. Тази смислова връзка също принадлежи към действителността, не по-малко отколкото природонаучната обусловеност и да се отнесе тя изключително към субективната страна на действителността, би било, разбира се, твърде грубо опростяване. Впрочем и тук могат да ни научат аналогични ситуации в природознанието. Както е известно съществуват биологични явления, които съобразно с тяхната природа описваме не в каузален, а във финалистски аспект, т.е. в отношението към тяхната цел. Като пример може да приведем процеса на заживяване на организма след повреждането му. Финалистката интерпретация се намира тук в типично отношение на допълнителност спрямо описанието на процеса по известните физико-химични или атомно-физични закони; т.е. в единия случай ние питаме, води ли процесът до желаната цел, до възстановяване на нормалните съотношения вътре в организма, а в другия случай изследваме каузалния порядък на молекулярните процеси. Двата начина на описание взаимно се изключват, но не си противоречат задължително. Имаме всички основания да предположим, че законите на квантовата механика ще се окажат така справедливи за живия организъм, както и за мъртвата материя. Въпреки това финалистското описание е също

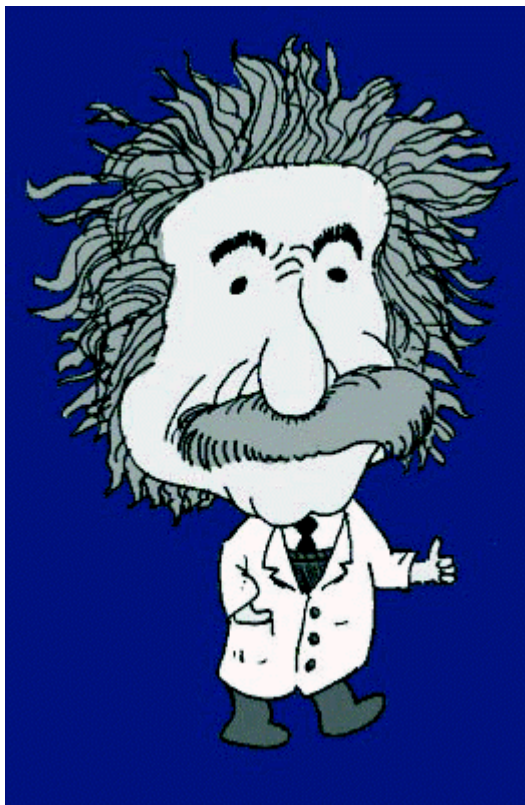
напълно коректно. Според мене развитието на атомната физика просто ни научи на необходимостта да мислим по-изтънчено, отколкото досега”.

- Ние отново, както винаги, твърде леко се отклоняваме към гносеологическия аспект на религията, – отбелязах аз, – а филипиките на Дирак против религията касаеха нейната етична страна. Дирак преди всичко искаше да разобличи лицемерието или самоизмамата, които твърде често съседстват със всякакво религиозно мислене и които той с пълно право намира за непоносими. Вярно, в това отношение той се е превърнал в някакъв фанатик на рационализма, а аз имам чувството, че рационализмът тук е недостатъчен.

- Много е добре това, – отбеляза Нилс, – че Дирак така енергично е посочил опасността от самоизмама и вътрешни противоречия: но след това е било крайно необходимо Волфганг със своята остроумна последна забележка да обърне неговото внимание върху това колко трудно е да се избегне тази опасност. Нилс завърши беседата с една от онези истории, които той обичаше да разказва в такива случаи: “Недалече от нашата вила в Тисвилд живее човек, който е закачил над входната врата на своя дом подкова, която по старо народно поверие трябва да носи щастие. Когато един познат го попитал: “Нима си толкова суеверен? Нима действително мислиш, че подковата ще ти донесе щастие?”, той отговорил: “Разбира се, не: но казват, че тя помага даже тогава, когато не вярваш в това”.

Превод (от книгата на В. Хайзенберг “Част и цяло”): **Н. Балабанов**

СГФ-2005: МЕЖДУНАРОДНИ ПРОЕКТИ



Алберт – шеговитият символ на СГФ-2005

Откриване на СГФ-2005

Международното откриване на СГФ-2005 ще се извърши на грандиозна конференция “Физиката за бъдещето”, която ще се състои от 13 до 15 януари в централата на ЮНЕСКО в Париж. Конференцията ще е с най-широко участие. На официалната церемония ще присъстват много държавни глави, министри, дипломати, представители на ООН, ЮНЕСКО и Европейската комисия. В работата на конференцията ще вземат участие и голям брой световно известни учени, в това число Нобелови лауреати. Ще бъдат изнесени лекции и ще се проведат дискусии за влиянието на физиката върху обществото и всекидневния живот, за значението на откритията на Алберт Айнщайн за развитието на науката през 20-ти и 21-ви в., за проблемите на обучението по физика и за връзката на физиката с другите науки. Ще бъде спонсорирано (без пътните) участието на над 500 ученици и студенти на възраст между 17 и 21 год. – лауреати на физически олимпиади или отличили се по друг подходящ начин.

За контакти: J. Orphal, M. Ducloy (launch@wyp2005.org).

Физиката осветява света

Вечерта на 18 април 2005 г. от Принстън, САЩ ще стартира една впечатляваща светлинна щафета, която ще обиколи цялото земно кълбо. Датата е избрана във връзка с навършването на 50 год. от смъртта на Айнщайн, който е прекарал последните години от живота си в Принстън. В светлинната щафета могат да се използват всякакви източници на светлина – лазери, прожектори, фойерверки и пр.

За контакти: М. Lippitsch (max.lippitsch@uni-graz.at).

В търсене на таланти в областта на физиката

До 15. 09. 2005 г. всички страни, които пожелаят да участват в програмата, ще определят таланти млади (момичета и момчета), показали силен интерес към физиката и отличили се в разнообразните мероприятия, провеждани в рамките на СГФ-2005. Освен национални отличия те ще получат и подходящи международни награди – специални дипломи, посещение на някой от международните научни центрове, участие в международната наградна церемония и др.

За контакти: В. Hartline (Beverly.Hartline@comcast.net)

Физиката като културно наследство

Целта е чрез обединяване на усилията на страните, които изявят желание да участват в проекта, да се създаде една мащабна пътуваща изложба, посветена на постиженията на физиката, на историята на физическите открития и на връзката им със социалното и културното развитие. Тази изложба ще израсне от обединяването на множество по-малки национални и локални изложби, които отделните участници в проекта ще организират през цялата 2005 г. в своите страни и региони. Предвижда се единен дизайн на експозицията. След 2005 г. всички тези експозиции ще се обединят в една обща пътуваща изложба, която ще е достъпна за демонстриране в музеи и научни центрове.

За контакти: S. Draxler, М. Lippitsch (sonja.draxler@uni-graz.at)

Разкази за физиката

Разказите за физиката, физиците и физическите изследвания са един от най-добрите начини да се представи по жив и вълнуващ начин работата на физиците и значението на техните открития. Представените разкази ще се публикуват на специална Уеб-страница. Те ще се оценяват от ученици и студенти и първите десет ще получат награди.

За контакти: В. Hartline (fbhartl@earthlink.net)

Играйки с физиката

Деца са любопитни по природа, а от друга страна любопитството е в основата на всяко научно изследване. Целта на проекта е да се трансформират физичните явления в игри

и играчки, които да възбудят детското въображение и интерес. Всички идеи за подобни игри и играчки ще бъдат реализирани от производители на играчки и учебни пособия и ще получат широко разпространение.

За контакти: M. Ginting, M. Lippitsch (max.lippitsch@uni-graz.at)

Айнщайн в къщи

Два лазерни интерферометъра, предназначени за търсене на гравитационни вълни – LIGO в САЩ и GEO 600 в Германия – ще произвеждат огромно количество данни от сигнали, идващи от бързовъртящи се неутронни звезди, т. н. пулсари. Очаква се, че ако някои пулсари не са строго сферични, то те ще се явяват източници на характеристични гравитационни вълни. Проектът предвижда част от данните да се обработват от желаещите да участват с помощта на техните собствени персонални компютри. Оценява се, че обединената компютърна мощност на множеството персонални компютри ще надхвърля многократно тази и на най-мощните суперкомпютри.

За контакти: S. Sathyasheelappa (sathyash@aps.org)

Майсторски класове по физика на частиците

От 7 до 18 март 2005 г. майсторските класове ще се проведат в 60 университета и научни институти в 18 европейски страни. В течение на един ден студентите ще слушат лекции по специална програма от водещи физици и ще участват в обработката на данни от реални експерименти в областта на физиката на частиците. В края на всеки ден студентите от различните центрове ще участват във видеоконференция за обсъждане на резултатите и размяна на идеи.

За контакти: M. Kobel (mkobel@physik.uni-bonn.de)

Международен конкурс за физически постер

Ще се проведе в ASE, UK.

Постерите трябва да се изпращат до май 2005 г. Резултатите от конкурса ще бъдат обявени през октомври 2005 г.

За контакти: C. Watson (watson@iop.org)

Международна конференция на студентите по физика

Ще се проведе от 11 до 18 август 2005 г. в Coimbra, Portugal.

За контакти: M. J. Benquerena (<http://octopus.fis.uc.pt/~physis/icps2005/>)

Международна награда Pirelli

Ще бъде връчена в Pirelli & C. Spa, Roma, Italy.

В чест на стогодишнината от публикуването на СТО Pirelli Group обявява международен конкурс между учителите по физика и научните работници за най-добро представяне на СТО в една 5-минутна мултимедийна презентация. Наградата се равнява на 25 000 Евро.

За контакти: meni (<http://www.pirelliaward.com/einstein.html>)

Динко Динев

ФИЗИЦИ – НОВИ ЧЛЕН-КОРЕСПОНДЕНТИ НА БАН

В Държавен вестник, бр. от г. Управителния съвет на БАН, на основание чл. 5, ал. 1 от Правилника за избиране на академици и член-кореспонденти обнародва редовно предложените за участие в конкурса кандидати за тези звания. От общо 59 места с общо 248 кандидати, за **Физически науки при обявени 8 места бяха номинирани 32 кандидата** (представени съответно от):

1. Ст.н.с I ст. дхн **Андрей Иванов Милчев** (НС на ИФХ и СНС по физикохимия);
2. Проф. дфн **Антония Петрова Шиварова** (СНС по радиофизика и УС на СБФ);
3. Ст.н.с. I ст. дфн **Богомил Живков Ковачев** (група академици);
4. Проф. дфн **Веселин Тасев Ковачев** (НС на ИФТТ и СНС по ФКМ);
5. Ст.н.с. I ст. **Владимир Георгиев Шкодров** (група академици, НС на ИА и АС на ШУ);
6. Ст.н.с. I ст. дфн **Владимир Кръстев Добрев** (НС на ИЯИЯЕ);
7. Ст.н.с. I ст. дфн **Георги Михайлов Младенов** (НС на ИЕ, СНС по радиофизика и УС на ФНТС);
8. Ст.н.с. д-р **Димитър Димитров Бакалов** (НС на ИЯИЯЕ);
9. Ст.н.с. I ст. дфн **Димитър Иванов Пушкарров** (група академици), НС на ИФТТ, СНС по ФКМ, СНС по радиофизика, УС СУБ);
10. Ст.н.с. I ст. дфн **Димо Иванов Узунов** (НС на ИФТТ и СНС по ФКМ);
11. Ст.н.с. I ст. дфн **Елена Миронова Фархи-Ватева** (НС на ИФТТ);
12. Ст.н.с. д-р **Емил Рафаелов Нисимов** (НС на ИЯИЯЕ);
13. Ст.н.с. I ст. **Йордан Николов Стаменов** (НС на ИЯИЯЕ);
14. Ст.н.с. I ст. дфн **Лилия Младенова Попова** (УС на СФБ);
15. Ст.н.с. I ст. дфн **Лозан Спасов Славов** (НС на ИФТТ);
16. Ст.н.с. I ст. дфн **Марин Петров Калинков** (НС на ИА);
17. Ст.н.с. I ст. дфн **Минко Първанов Петров** (НС на ИФТТ и СНС по ФКМ);
18. Ст.н.с. I ст. дфн **Младен Георгиев Младенов** (НС на ИФТТ и СНС по ФКМ);
19. Ст.н.с. I ст. дфн **Наталия Борисова Янева** (НС на ИЯИЯЕ и НС на ПУ);

20. Ст.н.с. I ст. дфн **Николай Киров Николов** (НС на ИФТТ);
21. Ст.н.с. I ст. дфн **Николай Стойчев Тончев** (НС на ИФТТ, СНС по ФКМ и УС на СФБ);
22. Ст.н.с. I ст. дфн **Никола Стефанов Николов** (група академици и ФС на ФФ на СУ);
23. Ст.н.с. I ст. дфн **Петър Асенов Атанасов** (НС на ИЕ и СНС по радиофизика);
24. Ст.н.с. I ст. дфн **Петър Петров Райчев** (група академици);
25. Ст.н.с. I ст. дфн **Савчо Стефанов Тинчев** (СНС по радиофизика);
26. Проф. дфн **Соломон Моис Салтиел** (група академици, СНС по радиофизика и УС на СФБ);
27. Проф. дфн. **Стефан Кънев Кънев** (НС на ИФТТ и СНС по ФКМ);
28. Доц. д-р **Тодор Михайлов Мишонов** (УС на СФБ);
29. Ст.н.с. I ст. дфн **Тодор Русков Христов** (НС на ИЯИЯЕ и УС на СУБ);
30. Ст.н.с. I ст. дфн **Цветана Стойчева Маринова** (група академици и НС на ПУ);
31. Проф. дфн **Чавдар Димитров Палев** (НС на ИЯИЯЕ);
32. Ст.н.с. I ст. дфн **Чавдар Пенев Стоянов** (НС на ИЯИЯЕ и НС на ПУ).

(Минко Петров не подаде документи и след кончината на Петър Райчев в конкурса останаха 30 кандидати).

След продължителна и сложна процедура (описана в кн. 3, 2003 на *“Светът на физиката”*; вж. и следващите два текста) общността на действителните членове на БАН на свое заседание на 7 юли 2004 г. избра 8 нови **член-кореспонденти (в областта на физическите науки)**:

Ст.н.с. I ст. дфн ГЕОРГИ МИХАЙЛОВ МЛАДЕНОВ (р. 1941 г.) е завършил висше образование в С. Петербургския електротехнически университет, а през 1972 г. защитава кандидатска дисертация в същия университет; през 1986 г. защитава дисертация за “дфн”; от 1987 г. е ст.н.с. I ст. в ИЕ – БАН. Областта на научните му изследвания е физичната електроника, в която той има 209 научни статии в пълен текст и 3 обзора и отпечатани 2 монографии. Трудовете му са цитирани 260 пъти в списания, сборници и в 6 монографии от чужди и български автори. Научните и научно-приложни приноси на Г. Младенов са свързани с експерименти и теоретично моделиране на взаимодействието на йонни снопове с полимери, с предлагане на нов подход при моделиране на разпространението на интензивен електронен лъч и с нов модел на електроннолъчево заваряване. Особено значими са приносите на Г. Младенов в развитието и създаването на нови технологии: 55 разработки и 32 внедрявания; има 22 авторски свидетелства (18 у нас и 4 в чужбина) и 2 патента (1 у нас и 1 в чужбина). Чел е университетски лекционни курсове в С. Петербург, Пловдив и София, бил е лектор в европейска школа по авангардни изследвания в Италия.

Ст.н.с. I ст. дфмн Йордан Николов Стаменов (р. 1940 г.) е завършил Техническия Университет в Дрезден през 1963 г., специалност ядрена физика, след което постъпва като

физик на Космичната станция на ФИ с АНЕБ на връх Мусала. От 1966 г. до 1982 г. работи във Високопланинската станция на Тянь Шан (3330 m) на ФИ на СССР, където през 1970 г. защитава кандидатска, а през 1982 г. и докторска дисертация. Завръща се в ИЯИЯЕ при БАН през с.г., когато е назначен за ст.н.с. II ст., а от 1987 г. за ст.н.с. I ст. и ръководител на проблемна група “Астрофизика на свърхвисоките енергии”, а от 2000 г. е ръководител на “Базова Екологична Обсерватория “Мусала“. Зам.-директор на ИЯИЯЕ през периода 1989-1993 и директор от 1993 г. до днес. Основните научно-изследователски приноси на Й. Стаменов са свързани с експерименталната астрофизика на космичните лъчи със свърхвисоки енергии ($10^{14} - 10^{17}$ eV) и се отнасят до ядрения състав и енергетичния спектър на първичните космични лъчи със свърхвисоки енергии. При това за пръв път е доказано съществуването на първични гама-кванти с енергии от порядъка на $10^{14} - 10^{16}$ eV, което е многократно цитирано и отбелязвано в отзиви на учени със световна известност. Пълният списък на научните публикации на Й. Стаменов съдържа 191 работи, публикувани в реномирани чуждестранни списания или докладвани на Международни конференции. Те са цитирани 531 пъти в 353 различни научни публикации. Забележителна е плодотворната научно-организационната дейност на Й. Стаменов. Основно негова е заслугата за възстановяването на Космичната станция на връх Мусала и превръщането ѝ в модерна Базова Екологична Обсерватория за мониторинг на околната среда и е свързана с европейската мрежа за такива изследвания.

Ст.н.с. I ст. дфн ЛОЗАН СПАСОВ СЛАВОВ (р. 1938 г.) е завършил ФФ на СУ през 1966 г., постъпва на работа в ИФТТ, защитава кандидатска дисертация през 1974 г. и за “дфн” през 1986 г. Понастоящем е Ръководител на Лаборатория по акустоелектроника в ИФТТ на БАН. Областта на научните изследвания на Л. Спасов е акустоелектрониката – възбуждане и разпространение на микроакустични вълни в твърди тела. За конкурса кандидатът е представил 96 научни публикации в специализирани издания и сборници (от които 55 в чужбина), 6 авторски свидетелства и 3 патента. Те са цитирани 66 пъти. Изследвани са структурата и физическите свойства на различни български кварцити и е доказана пригодността им за използване като суровина в електронната промишленост. Създадена е оригинална апаратура за хидротермално израстване на кварцови кристали за промишлени цели. Изследвани са технологичните условия за растеж и особеностите при израстване на кристали от наши суровини с висок качествен фактор. Изследвано е влиянието на кристалографската ориентация върху свойствата на резонатори и са намерени нови срезове с особена чувствителност към външни влияния. Л. Спасов е ръководил 12 национални и 15 международни изследователски програми и проекти с научни институти от Франция, Германия и Русия; създател е на 24 нови технологии, с някои от които е поставено началото на българското акустоелектронно производство. Изнесъл е у нас и в чужбина около 150 доклада. Отличаван е с I премия на ОИЯИ (2002 г.), Почетна грамота на ОИЯИ (2003 г.), ИФТТ-I награда, Грамота на МОН, Почетен знак с лента “Акад. Г. Наджаков” и Почетен знак с лента “Марин Дринов” от БАН.

Проф. дфн СОЛОМОН МОИС САЛТИЕЛ (р. 1947 г.) е завършил Московския Университет, специалност “Квантова електроника” през 1973 г., където защитава и кандидатската си дисертация през 1976 г. Постъпва като научен сътрудник в ФФ на СУ през следващата година, през 1989 г. е хабилитиран като доцент и след защита през 1995 г. на дисертация за “дфн” през 1996 г. му е присъдено професорско звание. Областта на научните му изследвания е квантова електроника и нелинейна оптика, в която има 188 научни труда, цитирани над 540 пъти: в книги – 29 пъти, а в обзорни статии – 51 пъти. Резултати на Соломон Салтиел са цитирани в нобеловата лекция на Бломберген и са включени в три енциклопедии и справочници, които класифицират ефекта на многокаскадност като ОТКРИТИЕ. Научните и научно-приложни му приноси са свързани с за първи път получените 4-та и 5-та хармонична в оптиката; предсказване и разработване нови методи за постигане на силно нелинейно фазово отместване и управление на поляризацията в оптиката чрез многостъпални нелинейни процеси; предлагане на един от първите модели, обясняващ ефекта на фотопотъмняването на полупроводникови стъкла. Преподавателската дейност на С. Салтиел е свързана с ФФ на СУ, където вече 25 г. е преподавател в катедра Квантова електроника, като води занятията по курсовете “Лазерна техника” и ”Фотонни структури”. Има 5 защитили докторанти, от които 3

са вече доценти. Бил е директор (1991 - 1993) на Института по лазерна техника, а от 1998 г. е зам.-председател на БФД.

Проф. д.ф.н. СТЕФАН КЪНЕВ КЪНЕВ (р. 1929 г.) е завършил физика в СУ през 1952 г. и постъпва на работа в ФИ с АНЕБ при БАН, където работи повече от 50 год., дфн от 1969 г., професор от 1972 г. Бил е зам.-дир. на ИФТТ (1972-1978) и директор на ЦЛСЕНЕИ (1978 - 1994). Научната област, в която работи Ст. Кънев е физиката на полупроводниците – оптични, фотоелектрични и други техни свойства, както и физически проблеми на слънчевата енергетика. Автор е на 144 труда, 25 авторски свидетелства и 1 патент. От тях 32 са в чуждестранни списания и 90 в наши, както и 23 в сборници от школи и конференции. Има над 200 независими цитирания, от тях 15 в монографии и обзори. Основните му приноси са свързани с явленията на отрицателна фотопроводимост в цинков окис; получаването на качествени фотосъпротивления; изследванията по каталитична активност на някои оксиди. Ст. Кънев има и значителни научно-приложни приноси: пионерни в наш и по-широк мащаб изследвания на оптичните и фотоелектрични свойства на полупроводници, например откриването и обяснението на явлениято отрицателна фотопроводимост в цинков окис; по проблеми на слънчевата енергетика и практическата реализация у нас; създаване на уреди и оригинални методики, някои от които стигнали до производство. В продължение на 15 год. той е чел курс лекции във ФФ на СУ. Има 9 защитили аспиранти, сега хабилитирани в неговата област.

Ст.н.с. I ст.дфн ЦВЕТАНА СТОЙЧЕВА МАРИНОВА (р. 1941 г.). Областта на научните ѝ изследвания е физиката на твърдото тяло, физикохимията и катализа. Тя е автор на 146 научни публикации, от тях 5 самостоятелни. В международни списания са публикувани 101 работи, 26 в материали на научни конференции в пълен текст и 19 работи в български списания. Научните ѝ трудове са цитирани 452 пъти. Научните и научно-приложни приноси на Цв. Маринова са свързани с изследване на адсорбцията и взаимодействието на атоми и молекули върху метални повърхности; определяне на повърхностните физикохимични свойства на полупроводници от групата A_3B_5 , SiC, хидратиран силиций, порьозен силиций и междуфазови граници метал-полупроводник; получаване и изследване на тънки окисни слоеве. Създадени са нови методи за определяне на кинетичните характеристики на атоми и молекули върху метални повърхности. Получени са важни за практиката резултати от изследване на междуфазовите граници на метални контакти към SiC с цел създаване на Омови и Шотки контакти. Установени са оптимални условия за получаване на тънки окисни слоеве върху неръждаема стомана с високи порьозност, адхезия и температурна стабилност. Има внедрителска дейност в разработка, отнасяща се за контрол на технологичен процес при производството на конверторна стомана в СМК Кремиковци, тънкослойни каталитични конвертори за отработени и вредни газове и други. Съавтор е на 6 авторски свидетелства и на два патента.

Била е ръководител на 5 аспиранти. Чела е лекционен курс по електронна спектроскопия в Пловдивския университет през учебната 1977/78 г.

Проф. дфн ЧАВДАР ДИМИТРОВ ПАЛЕВ (р. 1936 г.) е завършил физика в МГУ “Ломоносов” през 1962 г. От същата година е на щат във ФИ – ИЯИЯЕ, БАН. През 1971 г. защитава кандидатска, а през 1977 г. и дисертация за “дфн”; от 1983 г. е професор. Област на научните му изследвания е групово-алгебричните методи в теоретичната физика. Най-важните му приноси са в областта на т. н. обобщени статистики и квантовите групи, свързани с развития от него Ли-супералгебричен подход към квантовата статистика, при което са открити нови типове обобщени статистики, които могат да се реализират в природата; въведено е ново понятие “Вигнерова квантова система”, възприето в литературата. Такива системи могат да имат съществено различни от обичайните свойства. Пълният списък на публикациите му е от 147 заглавия, от тях 80 са в най-реномирани списания, цитирани над 500 пъти и над 20 пъти в известни монографии. Чел е лекции в Шуменския Университет (21 год.), в СУ, в ПУ и в

Техническият Университет Клаустал в Германия в продължение на 8 год. Бил е Фулбрайтов стипендиант.

Ст.н.с. I ст. дфн ЧАВДАР ПЕНЕВ СТОЯНОВ (р. 1944 г.) е завършил ФФ на СУ през 1968 г. и от същата година работи в ИЯИЯЕ, където през 1987 г. е избран за ст.н.с. I ст., а от 2002 г. е ръководител на сектор “Ядрена физика”. В продължение на 12 години е работил в ОИЯИ – Дубна, където през 1983 г. защитава дисертация за научната степен “дфмн”. Областта на научните му изследвания е теоретичната ядрена физика и по-специално – ядрени модели и ядрена структура. Той е автор 136 научни труда, от които една монография, публикувана като отделна книжка на сп. *Physics Reports*, цитирани в 910 научни публикации. Приносите му са за развитието, приложението и утвърждаването на квазичастично–фононния модел на атомното ядро. В рамките на този модел са получени редица оригинални резултати, недостъпни за другите подходи: изучаване на структурата на високовъзбудените състояния на ядрата; описание на свойствата на нисколежащите състояния в сферични ядра и др. Носител е на наградите на ОИЯИ (1979 г.) и “Г. Наджаков” на БАН (1989 г.).

Освен тях още двама наши колеги-физици са избрани за член-кореспонденти на БАН в областта на Науки за Земята:

Ст.н.с. I ст. дфн Васил Методиев Андреев (р. 1937 г.) е завършил ФФ на СУ през 1963 г. и постъпва в катедра “Метеорология и геофизика” на ФФ, защитава кандидатска дисертация през 1970 г. и за “дфн” през 1998 г. От 1983 г. е в НИХМ на БАН, зам.-ръководител на ГУХМ, на секция и департамент, и директор на НИХМ (1998 - 2002). Областта на научните му изследвания е физиката на атмосферата: конвекция и замърсяване на въздуха, методи за прогноза, хидро-метеорологични аспекти на защита от бедствия и аварии, авиационна и синоптична метеорология. Автор е на 120 труда, от които 35 в международни и чуждестранни списания, цитирани около 175 пъти, както и на 4 монографии (1 самостоятелна и 3 в съавторство), 2 от които са публикувани в чужбина (Русия и Унгария). Основните приноси в научните изследвания на В. Андреев са свързани с получаването на уравнение на движението на обем въздух с променлива маса, като се отчита масообмена; създадени са оригинални модели за изолиран термик и система от термици за изследване на термичната конвекция и на процесите на облакообразуване. В. Андреев има над 35 години преподавателска дейност в ФФ на СУ, ръководил е 2 докторанти и близо 50 дипломанти; автор е на 4 учебника за студенти. Носител е на ордена “Кирил и методи” III ст., Почетен знак и Медал на Института по метеорология на Полша.

Ст.н.с. I ст. дфмн Димитър Йорданов (р. 1933 г.) е завършил “Метеорология и геофизика” във ФФ на СУ. Постъпва на работа в ИХМ при БАН и по-късно в “Геофизичния Институт”; дфмн от 1968 г., ст.н.с. I ст. от 1990 г., ръководител на секция от 1995 г. Областта на научните му изследвания е физиката на планетарния граничен слой на земната атмосфера и разпространението на замърсителите в него. Автор е на 195 научни статии, от които 58 в чуждестранни списания, 47 доклади в пълен текст на международни форуми. Трудовете му са цитирани от 287 наши и чужди автори. В тях е развита теория на подобие на планетарния граничен слой в реални случаи на хоризонталната температурна нееднородност, изведени са законите на съпротивлението, топло- и влагообмена на слоя, създадени са разнообразни модели на този слой. Разработени са оригинални модели за оперативна пресмятане на замърсяването на въздуха, свързани с химическата трансформация на примесите и взаимодействието им с валежите и земната повърхност. Съвместно с акад. Л. Кръстанов е създаден модел на приземния слой на атмосферата при маломасабна температурна нееднородност, и др. Д. Йорданов е член на националния комитет по геодезия и геофизика, член на международната асоциация на Европейските учени по изучаване на замърсяването на въздуха, член на редколегията на *Zeitschrift fur Meteorologie*; бил е ръководител на 6 аспиранти и на множество дипломанти.

А в областта на Техническите науки за чл.-кор. на БАН е избран още един физик :

Ст.н.с. I ст. Чавдар Руменин (р. 1949 г.) е завършил ФФ на Московския университет, специалност полупроводникова електроника, защитава кандидатска степен през 1977 г. и дисертация за “дтн” през 1995 г. Работи последователно в ИФТТ, Лаборатория по геотехника, ИУСИ, като е хабилитиран през 1988 г. и е ст.н.с. I ст. от 1996 г. От 1999 г. е директор на ИУСИ при БАН. Научноизследователската дейност на Ч. Руменин е в областта на сензорите, интелигентните сензорно-информационни системи, аналоговите и дигитални измерителни технологии, актуаторите и периферните устройства. Автор е на повече от 100 научни публикации, 25 изобретения и една самостоятелна монография “Твърдотелни сензори за магнитно поле”, издадена на английски език от издателство *Elsevier*. Научните резултати на Ч. Руменин са цитирани в повече от 300 публикации. Многократно е изнасял доклади на международни конференции и симпозиуми, член е на множество наши и международни научни организации, носител на званието “Почетен изобретател”, член на Ню-Йорската академия на науките.

(Всички тези характеристики са кратки резюмета от техните Представяния пред Събранието на академиците, което провежда избора.)

ПАНОРАМА НА ФИЗИКАТА В БАН И СУ

(По данни от избори 2003-2004 и по повод на международната година на физиката – 2005)

Стойчо Панчев

1. Увод

През 2003 г. и 2004 г. в БАН се проведеха безпрецедентни по своята масовост избори за академици (действителни членове) и членове кореспонденти (дописни членове) на академията. Това определение на изборите се отнася за всички представени в академията науки, в това число и за физиката. Бяха обявени три места за академици и осем за член-кореспонденти. За тях бяха номинирани и се състезаваха съответно осем и тридесет кандидати от физическите и сродни институти на академията и ФФ на Софийския университет “Св. Климент Охридски” (шатни или пенсионирани техни учени). В конкурсите тези кандидати се представиха с всичките си или избрани от тях най-значими научни трудове за досегашната си дейност на изследователи. Екип от 37 висококвалифицирани специалисти физици, не участващи в конкурсите, рецензираха тези трудове – по две рецензии за всеки кандидат.

Изборите преминаваха през три фази. В първата фаза, експертна група от девет души физици с най-високи научни звания и степени изслушваше рецензиите, идентифицираше най-съществените научни и научно-приложни постижения на всеки кандидат, с които той се представяше в следващите фази, и чрез тайно гласуване правеше първото класиране на кандидатите. До окончателния избор се достигаше след още две тайни гласувания – в изборната комисия при отделението и в събранието на академиците. Като се има предвид, че кандидатите са учени с многогодишен стаж, създали и ръководили научни институции и колективи, обучили млади хора (повече от 130 успешно защитили докторанти под тяхно ръководство), и че чрез трудовете, с които участваха в конкурсите, представят не само себе си и своята научна област, но и своите сътрудници и съавтори, то с право може да се смята, че “извадката е представителна” и че изборите очертават своеобразна панорама на физиката в БАН и СУ.

Като председател на експертната група по физика, участник във всичките фази на изборите и въз основа на изборните материали тук ще изложа елементите на тази панорама, условно класифицирани в седем групи за по-голяма прегледност. Тъй като това не е отчет за конкретни постигнати резултати или друг подобен документ, то в изложението не се стига до детайли и до персонифициране. Целта е да се открият тематичните области, традиционни или нови, теоретични или експериментални, фундаментални или приложни, както и да се види тяхната актуалност и перспективност. С това донякъде информацията, събрана в изборните материали, ще стане по-широко достояние на физическата общност в страната и в някаква степен ще е полезна. Разбира се, по-пълни сведения интересуващите се могат да получат от архивите по изборите. В настоящия преглед са включени и научни области, отнасящи се към физиката, но представлявани от учени – физици от сродни институти на БАН, кандидатствали за места към Науки за Земята, Техническите и Химически науки. Въпреки това, не претендираме за изчерпателност.

2. ФИЗИЧЕСКИТЕ НАУКИ В БАН И СУ

На съвременния етап физиката е изключително разклонена наука. Спектърът ѝ е толкова широк и неравен, че не само отделните учени, но и научните институти са специализирани в една или друга област. Времето на физиците-енциклопедисти отдавна е минало. Личната мотивация и интереси на учените вече не са единственият фактор, определящ научните им

занимания. Финансовата обезпеченост за скъпо струващи изследвания играе определяща роля. Разбира се, не са малко и проблемите, решението на които зависи преди всичко от интелектуалната сила на конкретния учен и от умението му да ползва съвременни помощни средства (компютри и др.). Оптималното съчетание на тези фактори би било най-плодоносно. Доколкото то е постигнато, може да проличи от следващото съдържание.

2.1. АСТРОНОМИЯ И КОСМИЧЕСКА ФИЗИКА.

- Променливи звезди, звездни асоциации в галактики.
- Извънгалактична астрономия – галактични купове.
- Малки тела в Слънчевата система. Методика и наблюдения на астрономични обекти.
- Строеж и еволюция на галактики.
- Звездни атмосфери – състав и свойства.
- История на астрономията. Археoaстрономия.
- Астрофизика на космичните лъчи със свръхвисоки енергии.

2.2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ФИЗИКА

- Ефект на Мьосбауер и приложения.
- Топлофизика и ускорители на елементарни частици.
- Неутронна физика и ядрено делене.
- Физическо уредостроене.
- Проблеми на слънчевата енергетика.
- Електронен парамагнитен резонанс (ЕПР) – развитие и приложения.
- Физика на високите енергии и елементарните частици.

2.3. КВАНТОВА ЕЛЕКТРОНИКА И ЛАЗЕРНА ФИЗИКА

- Лазери на метални пари, газоразрядни лазери и лазерни технологии за различни цели.
- Физика на газовия разряд, плазмата и вакуума.
- Взаимодействие на мощни лазерни лъчения с веществото.

2.4. ТЕОРЕТИЧНА И МАТЕМАТИЧНА ФИЗИКА

- Статистическа физика и теория на твърдото тяло: фазови преходи, критични явления в сложни системи.

- Квантова теория на кондензираната материя (квантови течности и кристали, нелинейни явления и солитони, магнетизъм и др.).
- Групово-алгебрични методи в теоретичната физика, обобщени статистики и квантови групи.
- Теоретична ядрена физика (ядрени модели и структури).
- Квантова теория на полето.
- Теория на елементарните частици.
- Квазипотенциален подход в релятивистката задача за две тела.
- Теория на нелинейните трептения, бифуркации и хаос. Теория на фазовите преходи на веществата (вкл. водата) и растеж на новите фази.

2.5. ФИЗИЧЕСКА ЕЛЕКТРОНИКА

- Свръхпроводникова електроника.
- Акустоелектроника – микроакустични вълни в твърди тела.
- Електронно-лъчеви уреди и технологии.
- Пиезоелектрични кварцови кристали – растеж и приложения (сензори, уреди).
- Експерименти и модели на взаимодействието на йонни снопове с полимери.

2.6. ФИЗИКА НА КОНДЕНЗИРАНАТА МАТЕРИЯ И ПОЛУПРОВОДНИЦИТЕ

- Оптични, фотоелектрични, физикохимични и други свойства на полупроводници – технология и уреди.
- Свръхпроводимост и ниски температури.
- Оптичната спектроскопия във физиката на кондензираната материя.
- Структура и свойства на кондензираната материя (компютърно моделиране).
- Физика на нискоразмерни системи.
- Електронни и йонни процеси в кристали.
- Течни кристали. Физика на живата материя.

2.7. ДРУГИ ОБЛАСТИ НА ФИЗИКАТА

- Физика на околното космично пространство. Слънчево-земни въздействия.
- Физика на земетресенията и земните приливи.

- Физическа океанография (числени модели) и климат.
- Динамика и процеси в ниската атмосфера (облаци, валежи, замърсяване и др.).
- Мониторинг на околната среда с физически средства (лазери и др.).

3. КРАТЪК АНАЛИЗ И ИЗВОДИ

Формулировките от предните точки от 2.1. до 2.7. са колективно дело на членовете на експертната група по физика. Тук, както и в увода, авторът изразява своето лично мнение и впечатления от изборната кампания. Те се свеждат до следното.

3.1. До тези избори физиката беше представена най-зле в събранието на академиците и член-кореспондентите (САЧК) в сравнение с другите науки от отделението по природоматематически и технически науки – само 2 академици и 1 член-кореспондент. Изборите показаха, че общността на физиците можа да излъчи неколкократно повече достойни кандидати, отколкото бяха обявените места. Сега броят на академиците е 5, а на член-кореспондентите – 9.

3.2. Невключени в списъка от физически проблеми в т. 2 остават онези, които са свързани с учените не кандидатствали в изборите. Смятаме, че те не биха променили общото впечатление от широкия спектър, застъпен в БАН и в СУ.

3.3. Договорното финансиране от наши и чужди източници е широко представено в дейността на участниците в конкурсите за академици и член-кореспонденти – общо около 170 вътрешни и 200 външни договори.

3.4. Над 60 % от публикациите на кандидатите са в чужди издания. Това определя и високата цитируемост (големи трицифрени бройки), т.е. известност в чужбина.

3.5. Сред кандидатите не само в областта на физическите науки, но и на сродните науки в отделението, а и на останалите науки, представени в БАН и в СУ, има такива, които през цялата си кариера са работили в една тясно специализирана научна област, без да са преподавали, и други, които са били с разностранна дейност – две и повече области, преподаване, научна администрация. Впечатлението ни от изборите е, че вторите са по-продуктивни по количество публикации и качество от първите. Това е обяснимо, защото те могат да пренасят идеи и подходи от един проблем или област към друг, временно да “замразят” работата при някаква трудност, както и да включват млади хора (студенти) в изследванията.

3.6. Свързано с предната констатация е оправданието с липса на необходима материална база за извършване на желаните изследвания, което някои изказват. Това не може да бъде обяснение за бездействие. Важни експериментални изследвания са били проведени от някои от кандидатите на уникални скъпи установки в центрове като Дубна, ЦЕРН и др. Теоретици пък са работили в силни международни или чуждестранни колективи, някои от тях дълги години подред или периодично. Съвременните средства за електронна комуникация стимулират този процес. Смятаме, че при такава ситуация един действителен учен трябва да може да си “намери” друг проблем или колектив в страната или чужбина. Примери за това в световната и наша наука има независимо от причините (обективни или субективни), наложила такава промяна.

Накрая, най-тревожният извод от тези избори е, че физическата общност в страната застрашително застарява. От номинираните за член-кореспонденти 30 души физици разпределението по възраст беше: до 50 години включително – 1, от 51 до 60 години – 10, от 61 до 70 години – 14 и над 70 години – 5. Избраните 8 души са на възраст от 56 до 74 години! По-млади се оказаха избраните трима нови академици (на 55, 62 и 63 години), които “прескочиха” първото стъпало член-кореспондент.

“НЕ ВСИЧКИ, КОИТО СА ВЪТРЕ, СА ОТ НАШИТЕ, НО И НЕ ВСИЧКИ НАШИ СА ВЪТРЕ!”

Когато към края на горещия юни, след няколко седмичен изтощителен марафон (изслушани и обсъдени 60 рецензии!) Експертната Комисия завърши своята работа – изготви “Представянията” и подписа протокола за своето окончателно подреждане на кандидатите, бяхме с чувство, че сме направили каквото можахме (което се изискваше от нас). А окончателното решение отиваше в ръцете (главите) на по-горните инстанции. Може би омаломощени, решихме през есента да се съберем и обсъдим както свършената работа, така и проблемите, които възникват при такава дейност. Разбира се, както винаги, времето слага нещата на своите места, конкурса приключи, страстите утихнаха, и добрите ни намерения увехнаха... Все пак дистанцията на времето има и своите добри страни и вече “без гняв и пристрастия”, както са казвали в древността, си заслужава да се обсъдят нещата. Затова решихме всеки от членовете на комисията, който пожелае, да сподели своите мисли по проведената процедура. Сега аз, на основание на близо половин вековната си работа в БАН и няколко участия в ЕК по избори за академици и член-кореспонденти през последните години, искам да споделя някои свои мисли, свързани с обсъждания случай. Повтарям и подчертавам: преди всичко това са мои субективни виждания, за които само аз нося отговорност и второ, те съвсем нямат за задача да оправдават, оспорват или обосновават направения от Събранието на академиците окончателен избор: това е тяхно право и отговорност.

Както всеки избор, и в случая става дума за субективно гласуване, независимо от предварителните етапи на рецензиране (по 2-ма рецензенти за всеки кандидат), предварителна селекция в ИКО (до 2 кандидати за място) и накрая избор в Събранието на академиците (избор с $\frac{3}{4}$ от подадените гласове). Разбира се, всичко това

“обективизира” до известна степен процедурата, но не може да гарантира абсолютната и безпогрешна истина. Ограничената общност на специалистите в отделните области, както и многогодишните взаимоотношения в тях поставя своя отпечатък върху подбора на рецензенти и техният отклик. Освен това специфичните особености на различните направления даже в един и същ отрасъл на науката води неминуемо до многопараметричност и несъпоставимост на критериите. Разбира се, ненаучните фактори, които тук не засягаме, безспорно също си казват думата – хора сме, стари привързаности, нови пристрастия... И когато накрая математици гласуват за музиканти, икономисти за физици, инженери за философи (и т.н.) – резултатът е налице!

Разбира се, проведената процедура има и друг аспект. Безспорно “избраните” трябва да са утвърдени учени с доказани научни приноси. Но ако за някой от тях това е признание за минали заслуги, за други това трябва да е ангажимент за бъдещи приноси. Разбира се, има личности, които с авторитета си допринасят за повишаването на реномето на институцията, в която участват; има и индивиди, които се опитват да компенсират (осъзнатата или неосъзнатата си) творческа недостатъчност, като се присламчат към някоя “фирма” или прикачат някаква титла и усвояват дребните привилегии, които тя носи. Моето впечатление е, че при всеки нов избор на действителни или дописни членове на БАН относителният дял на първата група нараства за сметка на втората. На този мой утешителен аргумент опонентите ми напомнят поговорката, че и една муха, попаднала в буркан мед, може да го развали, а пък когато мухите са повечко... Все пак аз се надявам, че процесът е сходящ и перспективите обнадеждаващи... На второто рационално възражение на скептиците, че извадката на “Българските учени” не може силно да се различава от тази на “Българската православна църква”, на “Българския футболен съюз” или на

“Българските масони”, аз мога да противопоставя само моята емоционална пристрастна професионална принадлежност и оптимистични очаквания за нейното бъдеще...

И затова си позволявам като заглавие на този текст да поставя надпис, който преди много години срещнах на оградата на една лудница в Чикаго ...

Н. Ахабабян

КАКВО НЕЩО Е ФИЗИЧЕСКИ ИНСТИТУТ

П. Бахметъев

Списание “Български преглед”, кн. IV-V, февруари - март 1895 г., София

(текстът е представен максимално близко до оригинала – бел. ред.)

Химически лаборатории има отколе при висшите учебни заведения, а сега се въвеждат и в гимназиите¹⁾. Но физическите лаборатории са нещо по-ново. Като всяко полезно нововведение, и физическите лаборатории се развяха при всички европейски университети и политехники²⁾. Предвид тая новота, мисля, не ще бъде безинтересно да съобщя тук накратко за устройството и целите, които преследва физическият институт.

Такъв институт обикновено се намира в особено здание, в което има физически кабинет, аудитория за лекции по физика и физическа лаборатория. Зданието за института има обикновено два ката, гради се на солидна основа и колкото се може *по-далеко от многолюдните улици*, защото друскането, което причиняват файтоните и особено каруците и колата, не позволява точни измервания в някои области на физиката. Така са построени Страсбургският физически институт, Тюбингенският, Цюрихският и пр. В Грац физическият кабинет е направен в града и в него, откак се прекара електрически трамвай, станаха невъзможни електрическите и магнитните измервания.

Разумява се, величината на института може да бъде различна. Това зависи от финансовите средства. Тъй напр. Цюрихският физически институт с вътрешното си устройство струва около 3 млн. франка и се смята за пръв на света. В малките университети физическият институт има изобщо следното разположение:

Аудиторията се намира на слънчевата страна и е построена като амфитеатър. Прозорците ѝ могат да се отварят и затварят с черни пердета от особена направа, която позволява на преподавателя да ги отваря и затваря всички отведнъж³⁾. На голяма маса за опити има кранове за светилен газ и за вода и още два крана, един от които е съединен с машина за изтегляне на въздух, а другият – за сгъстяване. На същата маса има и проводници на електричеството или от динамо-машина, вместена в зимника на института, или от главната тръба за електрическо осветление (както е напр. в Белград, Виена и пр.). В един прозорец има хелиостат – уред, с който може да се отхвърлят слънчевите лъчи върху експерименталната маса. Пред масата има екран, който може да се дига и да се спуща. Черна голяма дъска зад масата допълня устройството на аудиторията. Аз не влизам в по-нататъшни подробности като: устройство и разположение на масите за студентите, способ за изкуствено осветление на аудиторията и черната дъска и т.н.

Освен вратите за влизане, в аудиторията има и друга врата, от която се влиза в стаята, гдето се готвят и правят апаратите за опити при лекциите. Тук не може да не се спомене за едно наглед нищожно нещо, но всъщност много практично: именно, големите апарати, неудобни за пренасяне на ръце като електрическата машина, пневматическата и пр., са турени на особени масички, снабдени с колелца, та лесно могат с търкаляне да се докарат в аудиторията. При това тия масички са равно високи с главната маса за експерименти. Трябва да се забележи още, че кабинетът и масите до него нямат прагове, за да може да се търкалят споменатите масички. В тази стая се намира и друга маса и още една по-малка с необходими инструменти и дребни

неща: менгеме, изолиран тел и пр. Един неголям долап е напълнен с вещества, употребени при опитите, като: серен етер, сярна и азотна кислота, меден сулфат и пр.

Освен врата за в аудиторията, има още две врати в тая стая: една за във физическия кабинет, а друга за в механическата работилня. Устройството на работилнята може да бъде най-разнообразно, но обикновено състои от два стана за тъкане, единият по-голям за по-едри неща, и другият по-малък, от неголяма наковалня, камина и мях, от няколко преси, от маса със струг и др. необходими инструменти. За двигателна сила служи мотор на вода или електрически, или пък човешка сила. Работилнята има обикновено две стаи, една за обикновени работи, а друга – за монтиране (сглобяване) на по-точни и чисти уреди. Таква работилня е необходима за института, защото често става нужда да се поправят апаратите или да се приспособяват за опити и издирвания, а в свободно време се готвят в работилнята и съвсем нови апарати по указания на преподавателя, с въвеждане на изменения за по-рационално преподаване на физиката.

Физическият кабинет, според богатството си, състои от няколко стаи, с големи стъклени долапи, в които се намират разни уреди и апарати, разделени по отдели. Долапите трябва да се затварят почти херметично, за да не влиза в тях прах. По-големите предмети, както е казано и по-горе, се намират на особени масички, покрити със стъклени долапи, които могат или само да се снемат, или да се отворят. За по-голяма чистота на пода са постлани дълги килими.

Всички тия стаи са разположени в партера, а пък в подземие то има отдел, гдето е разположен паров котел за топлене на зданието. Обикновено въглищата се хвърлят в печката под котела изведнъж за няколко недели, а с помощта на автоматично приспособление гори само толкова, колкото трябва. В съседното отделение е турена динамо-машина, която се докарва в движение или с газов двигател, или с бензинов, но по никой начин не с вода, защото натискът на водата не е еднакъв през целия ден. Оттук електрическите проводници вървят паралелно в различни стаи.

Сега се почва най-мъчното устройство – устройството на лабораторията. Почти всичките нейни стаи трябва да бъдат в партера, с цементов под, за да няма никакво друсане при ходенето. Под тия стаи в сутерена няма никакви помещения.

Първата стая е назначена за *калориметрически* измервания. Там има калориметри от различна система, а особено Бунзенов. Тая стая е обърната към север, за да не бъде топло, инак ледът, употребяван при калориметрията, ще се стопи през лятото. Сред стаята има неголяма дупка, съединена с канала, където изтича от леда водата.

Втората стая служи за *оптически* измервания. Нейният таван, подът и стените са боядисани с черно-сив цвят, за да се устрани отражението на светлината, и освен това е разделена на две части: в едната са вместени оптически уреди за измервания фотометрически, а в другата са разположени спектрометри за определение спектъра на слънцето и различни неща. В един от прозорците се помещава хелиостат с автоматическо движение, който позволява да се насочи лъчът в спектрометъра. Всичките прозорци са снабдени с черни капаци, които добре се затварят, и с пердета. В третата стая има апарати за *акустика* като: сирена, звучащи тръби, кундова тръба и пр. Тук има тръба, която е прокарана от сгъстителна помпа (която от своя страна се намира нейде в сутерена) за сирената и за звучащите тръби.

В четвъртата стая на солидни подставки, вбити право в стената, има везни, с които се претегля, определя се относителното тегло на твърди и течни тела и пр.

Петата стая е назначена за *електрически* измервания. Близо до нея не бива да има никакви големи железни предмети, а до нея – и малки. Затова газопроводните и паропроводните тръби тук са направени от жълта мед, както и всичките шарнири на прозорците и вратата. По стените

на значителни разстояния са турени галванометри от разна система въз мраморни плоти, вбити в стените на разни разстояния. Също тъй са турени и галванометри, електродинамометри, волтаметри и други апарати, служещи за електрически измервания. Пред всякой далекоглед, който стои пред измерителния апарат, има масичка с комутатор, от който отиват проводници.

Шестата стая е назначена за *магнитни* измервания. Тук трябва да се вземат същите предпазителни мерки, както и в “електрическата” стая. Апаратите, а именно магнитометрите от няколко системи, са турени също тъй въз мраморни дъски, вмазани в стената.

Най-сетне иде седмата стая за общи измервания. Тя е по-голяма от горните и тук на средата има ред маси, а също и покрай стените вървят тесни маси. Тук стават смесени наблюдения като: захарометрия, рефракция, определение гъстотата на телата, опити с електрическата машина и пр. – с една дума всичко, що може да стане без да се употребят горепоменатите стаи.

В някои институти има и черна стая за *фотографически* цели, а също тъй стая, която се намира дълбоко под равнището на земята за постоянна температура, и в която не се влиза, а се правят в нея нужните манипулации с помощта на електрическо приспособление, а пък гледат в нея през двоен прозорец от другата съседна стая. Но това е вече специалност.

Освен всичко това при института има библиотека от физически съчинения и журнали с читалище, а също и кабинет за преподавателя и особена работна стая, устроена по образеца на “електрическата”, “оптическата”, “калориметрическата” и “акустическата”. Без стая за слугата също тъй, разумява се, не може да се мине.

Във всички стаи има вода, газ и парно топлене.

По тоя начин в общи черти са направени физическите институти в Европа.

Да видим сега какво става в тях. В аудиторията, разбира се, се четат лекции по физика, а в лабораторията стават практични занятия за по-добро усвоение на теорията. Така напр. по *механиката* се проверяват законите за падането на телата с помощта на Аत्वудовата машина, определя се относителното тегло с везните на Жоли, измерва се чрез претегляне вътрешният диаметър на капиларната тръба и т.н. По *акустиката* се определя висотата на тона на една дадена тръба чрез сирената на Каняр-де-ла-Тур и се проверяват законите на Бернули, с помощта на монохорда се проверяват законите на струните и т.н. По *топлината* се определя относителното тегло на напр. твърдо тяло с помощта на калориметъра на Бунзена, определя се плътността на парите по методата на Виктор Майер, определя се коефициентът на разширението на твърдите тела чрез апарата на Еделмана, стават опити с лъчистата топлина чрез апарата на Мелони и т.н. По *оптиката* се измерва ъгловото положение на фраунхоферовите линии в слънчовия спектър с помощта на спектрометра и хелиостата, определя се силата на увеличението на микроскопа, определя се съдържанието на захарта чрез захарометъра на Цейса и т.н. По *магнетизма* се сравняват двата магнита с помощта на везните на Кулона, определя се магнитният момент с помощта на магнитометра на Вебер, определя се хоризонталната съставяща с помощта на магнитометъра на Ламон и т.н. По *електричеството* се определя силата на елементите по метода на Дю-Буа-Реймона, определя се съпротивлението на твърдите тела с моста на Еделмана, определя се силата на тока с галванометъра на Видемана, температурата – с електрическия пирометър на Бекереля, диелектрическата постоянна с помощта на електрическите вълни и пр.

Освен тия предвидени в програмата практически упражнения, в института се разработват и *научни въпроси*, и това докарва обикновено занимающия се до титлата доктор на философията. Тук се иска вече особена ловкост и сръчност, а най-вече – търпение.

* * *

При Висшето Училище в София, разбира се, още няма европейски физически институт, а именно поради нямане на съответното здание. Но за практически занятия по физика са доставени някои ценни апарати, които би направили чест и на европейски университет. Ще спомена някои от тях: фотометър на Вебера (450 фр.), спектрометър на Хартмана и Брауна (650 фр.), катетометър (1000 фр.), ред малки галванометри на Видемана (250 фр.), голям галванометър на Видемана (350 фр.), ред далекогледни за тях (по 200 фр.), галванометри на Розенталя (300 фр.), електродинамометър на Колрауша (350 фр.), апарат за определение коефициента на разширението на твърдите тела на Еделмана (250 фр.), пак от него апарати за модула на еластичността (200 фр.), пак от него мост за измерване на съпротивлението (200 фр.), рефлектометър на Аббе (250 фр.), апарат за измерване дължината на световата вълна от Дизена (800 фр.), уред от Мелони за лъчиста топлина (800 фр.), калориметър на Фавра и Зилбермана, обемометър на Реньо и много други апарати.

Лабораторията заема 4 стаи, от които една черна за спектрален анализ и фотометрия. Една стая е заета от малка библиотека. Физическият кабинет, който се попълня всяка година, се вмести в една стая. Аудиторията е пригодена за 40 души. Във всички тия стаи има светилен газ.

Освен практическите занятия по физика, които са наредени по европейски образец, т.е. състоят се в различни измервания, у нас се правят и някои от по-важните опити като: опити с електрическа машина, с пневматическа помпа, с центробежна машина и пр. Но важното според мене нововъведение, което отличава нашите практически занятия от европейските, се състои в това, че тук се готвят по-простички апарати с домашни средства, т.е. без помощта на механик и на станове, които струват скъпо.

Студент, който получи място в провинциална гимназия, често трябва с разбито сърце да гледа физическия кабинет, предоставен на разпореждането му. Тук не достигат и най-необходимите апарати, или пък те са развалени. Виена е далеко, а пък той не знае как да се залови да ги поправи или да направи нови. Затова в третия курс на студентите се показва как трябва да се заварява, да се пили, да се отрязват дебели стъклени тръби, да се продупчи дупка в шише и пр. Тия сведения се применяют от тях тутакси за устройството на тоя или оня апарат. Досега има колекция, която съдържа около 100 уреда, направени от самите студенти. Разбира се, тия апарати не са полирани и по своя изглед и обработка много се отличават от ония, що са изработени в Европа от механически майстори, но те действат всички и могат да заменят апарати, които струват скъпо.

Ще споменем тук и за някои уреди от тая колекция.

Имаме апарат по Еделмана за проверяване законите на падането на телата, електрическа железница, планинска железница на вода, Румкорфов спирал, електрическа електрофорна машина и с триене, електрически мотор от три системи, вълшебен фенер, ред апарати за опити с електрическата машина, амперометър, хидродинамически модел на Витсоновия мост, термоелектрическа батерия, апарат за показване на хидростатическия парадокс, електрофор, сонометър, уреди за опити с електрическите вълни и пр. Част от тия апарати биде пратена в Пловдивската изложба и студентите получиха сребърен медал.

Има случаи някои от нашите студенти да са правили опити и научни издирвания по някои нови въпроси под ръководството на преподавателя и да са дохождали до положителни резултати. Така *К. Вължаров* изучавà относителната топлина на някои амалгами, той направи и термометрически изследвания на ред амалгами. *П. Пенчев* правè калориметрически измервания на колоидалното сребро, той издирвà и електрическите токове на просмукването. Определянето относителното тегло на алотропното сребро и на коефициента на разширението му, почнато от

Пенчева, още не е свършено. *Г. Стамболиев* изследва електрическите токове на нагриването и зависимостта им от положението на изследвания тел в пространството. Влиянието на околната среда върху електрическото последствие издирва сега *Н. Стоянов*. Всички тия издирвания са обнародвани в “Журнал Физико-химического Общества при Петербургском Университете, а една малка част от последните издирвания по електрическите токове ще излезе в XII кн. от Сборника на Мин. на Нар. Просвещение.



Според сведения от Националния Политехнически Музей (г-жа Любов Филипова), на снимката са тъкмо описаните в горния пасаж лица: (отляво надясно) Петър Пенчев, проф. Порфирий Бахметъев, К. Въжаров, Георги Стамболиев и Никола Стоянов. Последният е бъдещ асистент по математика и автор на първия съвременен научен труд по астрономия, публикуван през 1903 г. в Тулуза. За другите се знае, че скоро след снимката са станали (много вероятно) асистенти по физика. Снимката публикуваме с любезното съдействие на Националния политехнически музей. (Бел. ред.)

Такива специални издирвания карат студентите самостоятелно да мислят, да се вдълбочават в същността на работата и им развиват любов към науката.

Като завършваме краткия си очерк, нека пожелаем по-скоро да се осъществи идеята за постройка на особено здание при Висшето Училище в София, за да може по този начин млада България да покаже жизнедеятелност и в областта на точните науки.

1) В България добре наредена химическа лаборатория при средно учебно заведение намираме в Пловдивската гимназия.

2) Белградската Велика Школа още няма лаборатория.

3) В Белградската Велика Школа това става с помощта на електрически двигател, а у нас в София с помощта на общо колело, просто с ръка.

МУЗЕЙ НА ФИЗИЧЕСКИТЕ НАУКИ В БЪЛГАРИЯ

Ганка Камишева

Историята на физическите науки е тематика, по която в Института по физика на твърдото тяло (ИФТТ) при БАН се работи от създаването му през 1972 г. Под ръководството на акад. Милко Борисов (1921 - 1998) в началото на 80-те години на 20-и век започват системни документални изследвания върху историята на физическите науки в България. Акад. М. Борисов работи върху историята на физическите науки заедно с Хр. Стойчева, П. Лазарова, Вл. Кусев, Марко Герджиков и Александър Ваврек. По-късно ст.н.с. д-р Ал. Ваврек (1947 - 2003) е ръководител на два проекта по история на физиката (Ф-251 и Ф-517), финансирани от Министерството на образованието и науката през 90-те години. Получените резултати от извършените документални проучвания са отпечатани в две книги, няколко сборника и множество доклади и статии. Списък на публикациите на акад. М. Борисов по история на физиката може да се види на страницата на Института по физика на твърдото тяло: <http://www.issp.bas.bg/acadMilkoBorisov/MB-page1.html>.

Проучването на изворови документи за физиката в България в наши и чужди архиви е най-важната част от дейността по история на физиката, която се извършва в ИФТТ. Тя е съпроводена с усилия по създаването на собствена изворова база за физиката в България. Началото ѝ е поставено от акад. Георги Наджаков (1896 - 1981). През 1979 г. е заснет научно-популярен филм *“Фотоелектрети”* на режисьора Константин Обрешков за откриването на фотоелектретното състояние през 1937 г. от Г. Наджаков и е нарисуван негов маслен портрет от проф. А. Поплилов. През 1984 г. скулпторът Слави Дончев изработва по снимки бронзова глава на акад. Г. Наджаков. На 20.11.2002 г. “главата” е вградена в бюст паметник, поставен на централната алея срещу входа на Атомния център (*Светът на физиката*, 2003, кн. 1).

След смъртта на акад. Г. Наджаков кабинетът му в стая 210 в Централната сграда е обзаведен като Музей с решение на директорския съвет (прот. 7, от 26.03.1981 г). Отговорник за материалните фондове на кабинета-музей от 1981 до 1983 г. е Вл. Кусев (1931 - 1983), а от 1983 г. до 2000 г. е Ал. Ваврек.

Първоначално в Музея са събрани материали за акад. Г. Наджаков. В писмо от 1.03.1982 г. до сина му, проф. Емил Наджаков, уредникът на музея Вл. Кусев пише: *“Предвижда се стаята да бъде музей, свързан с живота и дейността на акад. Г. Наджаков. Тя ще съдържа мебели, вещи, документи и уреди, отразяващи тази дейност. Освен това ще съдържа фототека за неговата дейност и за дейността на други български физици, допринесли за развитието на физиката в страната ни”*. Част от събраните експонати са показани на изложба “90 години от рождението на акад. Г. Наджаков”, организирана от 12 до 30.11.1987 г. в Националния политехнически музей в София.

“Музей по история на физическите науки в България” към Лаборатория електрон-фонони взаимодействия е утвърден от Научния съвет на ИФТТ на 26.10.2000 г. (прот. 22). Правилник за работата му е приет на 12.03.2001 г. (прот. 11). Предмет на дейността на Музея е историята на физическите науки в България, в това число социална история на науката (история на преподаването, научноизследователската дейност и институционалното развитие в областта на физическите науки в България). Музеят събира стари уреди, физическа литература (книги, статии и ръкописи), документи и снимки за изявени български физици и физическите организации в България. В него се поддържа библиотека със справочна и научна литература по история на физическите науки, история на България и наукознание.

От 21.05.2001 г. Музеят има ново помещение във Втори корпус на ИФТТ. БАН дари компютърна система за Музея. През 2002 г. доц. Елка Наджакова подари на Музея колекция от документи за баща си. Ст.н.с. д-р Кирил Благоев предаде материали за Лабораторията по атомна спектроскопия. Получени са извори за Разум Андрейчин, Евгени Леяровски, за космическата станция на Мусала, оптичната работилница и др. Дарители на Музея са ст.н.с. Крум Коленцов, ст.н.с. д-р Лилия Попова, ст.н.с. д-р Стефан Балабанов, ст.н.с. д-р Евгения Скордева. През 2002 г. и 2003 г. Музеят има абонамент за списанието “*Studies in History and Philosophy of Modern Physics*”, от което са получени по четири книжки от 33В и 34В том.

Съорганизатори на Музея са Съюзът на физиците в България и неговият Софийски клон, както и физическата секция към Съюза на учените в България. През 2002 г. Музеят получи обзавеждане от Централната лаборатория по минералогия и кристалография при БАН. Секция физика при Съюза на учените в България дари на Музея средства, с които е закупен принтер.

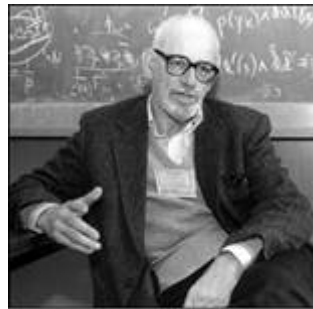
В Музея на физиката при ИФТТ могат да се правят биографични справки и проучвания върху историята на преподавателската, научно-изследователската дейност и институционалното развитие на физическите науки в България. Музеят поддържа физически и електронен каталог на съхраняваните материали и база данни за съществуващите извори извън музея. Материалите на Музея са достъпни за ползване при определени условия. Изворите, съхранявани в Музея, се използват в читалня с решение на Института.

Днес в стая 215 на Втори корпус на ИФТТ е подредена малка експозиция от физически уреди, фабрични и създадени във Физическия институт на Софийския университет и във Физическия институт на Българската Академия на Науките през първата и втората половина на 20-и век. Показани са с табла творческата биография на акад. Г. Наджаков и историята на ИФТТ при БАН.

* * *

Франческо Калоджеро (роден през 1935 г.) е професор по теоретична физика в университета "La Sapienza" в Рим, известен със значимите си приноси (близо 250 научни публикации) в областта на математическата физика и квантовата механика. От 1989 г. до 1997 г. е генерален секретар на Пъгуошкото движение и като такъв през 1995 г. получава Нобеловата награда за мир. От 1997 г. е Председател на Пъгуошката Конференция. През юни 2004 г. проф. Калоджеро участва в VI-та Международна научна конференция на тема "Геометрия, интегрируемост и квантуване" в курорта Св. св. Константин и Елена край Варна.

КОНТРОЛЪТ ВЪРХУ ЯДРЕНОТО ОРЪЖИЕ ПОДТИКНА ДЕМОКРАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ



Francesco Calogero

- За първи път ли сте в България, проф. Калоджеро?

- Преди 1990 г. съм бил няколко пъти в България. Знам, че страната се е променила много, но нямах възможност да го видя с очите си. Гостуването ми е свързано с научна конференция – със слушане на доклади, с разисквания. От света извън хотела видях твърде малко – няколко пъти морския бряг и толкова.

- Разкажете за себе си, за своята работа.

- Аз се занимавам с научна дейност – с нещо между математика и физика. Участвах активно и в Пъгуошкото движение, чиято главна задача е борбата за мир – контролът на оръжията и привличането на учени, които да се противопоставят на средствата за масово поразяване. Бях негов генерален секретар от 1989 г. до 1997 г. и в тази връзка съм идвал най-вече в България. През 1995 г. Пъгуошкото движение получи Нобеловата награда за мир.

- По какъв конкретен повод?

- Главното, за което получих Нобеловата награда през 1995 г., бе приносът на движението в борбата срещу ядрените оръжия.

- Какво е самочувствието на човек, получил най-високото отличие?

- Мен лично тази награда не ме промени. Но тя бе много важна за Пъгуошкото движение. Бях безкрайно щастлив, когато отидох да я получа. Но не наградата беше най-голямото постижение в нашата работа. Най-важното беше, че успяхме да подтикнем много учени да се включат в борбата срещу ядрените оръжия. Вярвам, че Пъгуошкото движение наистина е повлияло на някои решения във връзка с използването на ядрените оръжия и е спомогнало за постигането на съглашения за тяхното ограничаване. Всичко това според мен подтикна промените в Съветския съюз и другите социалистически страни, на които сме свидетели в последните години.



- За какво използвахте парите от Нобеловата награда?

- Използвахме парите от наградата да подкрепим Пъгуошкото движение. То има нисък бюджет, 200 000 - 300 000 долара годишно, и в голяма степен е базирано на доброволен труд. Отговорните лица в него не са платени. За една световна организация парите, които се дават от Нобеловата награда - около 1 млн. долара, не са кой знае колко.

- Проф. Калоджеро, смятате ли, че в началото на 21-и век са оправдани военните конфликти? Смятате ли, че война срещу войната, каквато е в Ирак например, е най-добрата формула за запазване на мира?

- Задавате ми много сложен въпрос. Пъгуошкото движение обединява хора с различни мнения. То не е партия, в която има единно мнение. Моята позиция например е по-различна от тази на повечето ми колеги. За разлика от моите приятели, от хората, с които контактувам, аз подкрепих интервенцията в Ирак. Защото смятах, че политическият режим там беше много вреден. Но въпросът все още е отворен, все още очаквам да видя дали би могъл да се установи по-добър режим.

- За какво според Вас работи съвременната наука – за спасението или за разрушението на света?

- Съвременната наука според мен не работи за разрушението на света, но нещата, които някои учени правят, могат да се използват за военни цели. Има такива, които правят зло, и други, които си вършат работата.

- Смятате ли, че прогресът може да се управлява, щом учените са извън властта и от тях зависи малко?

- Разбира се, в демократичните страни решенията се вземат от политиците, не от учените. Защото в тези страни политиците представляват хората. Те са избирани от тези хора, което означава, че мнозинството взема решения чрез своите представители. Тоест, всеки е отговорен за това, което се случва. Но учените трябва да помагат както на политиците, така и на обикновените хора да разберат опасностите. И тъкмо те, които участват в усъвършенстването на оръжията, трябва да избягват подтикването към използването им. Има много учени, които се стремят да развият оръжията, защото имат личен интерес от това. Другите трябва да обясняват колко е лошо това.

- Значи добрите и лошите... А политиците вслушват ли се в гласа на един Нобелов лауреат като Вас?

- Донякъде. След като Нобеловият комитет е решил да даде награда за мир на Пъгуошкото движение, вероятно е имал предвид и това, че политиците до някаква степен се вслушват в това, което правят учените.

- Според Вас малка страна като България има ли шанс да получи Нобелова награда?

- Разбира се, защо не. Това зависи от индивидуалните способности на хората, но и от подкрепата на страната и на правителството. Последната награда за мир получи една жена от Иран, която работи за човешките права. Страната не е голяма, жената не е световноизвестна. Така че никога не се знае.

(Интервю на проф. Калореджо пред кореспондентката на вестник "Черно море", бр. 1954, Донка Христова)

* * *

РИСКЪТ ОТ ЯДРЕН ТЕРОРИЗЪМ

Франческо Калоджеро

През последните няколко години написах няколко статии и изнесох множество доклади върху риска от ядрен тероризъм. Основната идея на тези публикации е, че е сравнително лесно да се произведе ядрено оръжие, ако има в наличност достатъчно количество (оръжеен клас) високообогастен уран. За да се достигне до този извод, който по своето същество е обективна истина, трябва да се осъзнае първо, че е много по-лесно да се произведат ядрени оръжия от по-примитивен клас, отколкото тези оръжия, произвеждани с цел отбрана на държавите: примитивното ядрено оръжие не трябва да е нито преносимо, нито устойчиво (най-удобно би било да се произведе във взето под наем място в набелязания за целта град); то няма нужда да бъде сигурно (неговото избухване може да бъде *a priori* непредсказуемо, но с голяма вероятност то ще бъде от ранга на атомната бомба, пусната над Хирошима), то няма нужда да притежава каквито и да е защитни приспособления/механизми (като изключим минималните

рискове за производството му, поради ниската радиоактивност на урана), то ще бъде взривено с часовников механизъм (за да позволи бърз изход), което не изисква особена прецизност. Леснотата за производство на такова оръжие е гарантирана от факта, че всичко, което е необходимо да се направи за реализирането на ядрен взрив от калибъра на този в Хирошима, е да се предизвика достатъчно бързо сливане (за време от порядъка, да кажем, на една милисекунда) на свръхкритична маса обогатен уран, вероятно с примеси, за да се намали критичната маса и за да се улесни свръхкритичната маса да остане събрана достатъчно дълго време (да кажем, от порядъка на една секунда), така че да се гарантира, че неутрон от космични лъчи да инициира верижна реакция (това означава, че не е необходимо наличието на неутронен източник за започването на верижна реакция – наистина никакъв неутронен източник не е поставян в шестте ядрени оръжейни единици с обогатен уран, произведени от Южноафриканската Република, използвайки оръдеен тип конфигурация – нито пък е било необходимо да се използва източник на неутрони за предизвикване на верижна реакция при взривяването на бомбата над Хирошима).

Всички допълнителни материали, освен обогатеният уран са лесно достъпни на свободния пазар (с изключение, вероятно, на някои конвенционални взривове – лесно достъпни на черния пазар, ако наистина са необходими). Нито някаква вещина в производството на ядрени оръжия ще е необходима (макар, че това улеснява постигането на целта); нито пък никакви познания по ядрена физика или физика на материалите, освен това, което всеки интелигентен майстор би могъл да получи от свободно разпространяваната литература (достъпни книги и Интернет).



Франческо Калоджеро (първия отляво) с Андрей Сахаров и други учени на летище Внуково, Москва, на 28.8.1988 г., в очакване да отлетят, за да участват в Пъгуошката конференция в Сочи.

За щастие съществува бариера, която трябва да се прескочи, преди отделна терористична група да придобие възможността да разруши даден град с помощта на ядрен взрив: трудността да събере необходимото количество обогатен уран. Това навярно обяснява защо такава ядрена катастрофа все още не се е случила. Но самодоволството в това отношение би било най-безразсъдното – макар и скептицизмът относно възможността за такава катастрофа от нов тип

да е поразителен, необичайно е, че заплахата от ядрен тероризъм, причинен от отделна терористична група, ще бъде приета насериозно, преди това да се случи.

Сто килограма (оръжеен клас) обогатен уран са повече от достатъчно за производството на примитивно ядрено оръжие. Ако веднъж това количество обогатен уран е придобито от терористична група, то нелегалното му пренасяне до произволно избрано място е тривиално задача, улеснена от малкия му обем (по-малко от десет литра) и незначителната му радиоактивност.

Това количество обогатен уран трябва да се сравни със съществуващите запаси от този материал, които само в Русия надвишават един милион килограма.

Тези числа говорят сами по себе си достатъчно ясно. Те показват, че е необходимо известно усилие за гарантиране на физическата сигурността на тези материали срещу всякаква диверсия, а също така и за отстраняването на колкото се може повече от тях за възможно най-кратко време. Макар някои стъпки в тази посока да са вече направени и се правят, това е доста по-малко от онова, което е възможно и подходящо за целта, имайки предвид размера на заплахата. (За повече информация бих насочил читателя към съответните статии, както и към предстоящото изследване по въпроса от експертна група, свикана от Шведското правителство.)

Забележително е, въпреки че е до известна степен разбираемо, поради известни индустриални и комерсиални причини, че повече внимание се отделя, вместо на унищожаването на обогатения уран, на това на плутония – другия материал, подходящ за направата на грубо ядрено оръжие, макар механизмът на това оръжие да не е така прост и възможността за изработване на плутониева бомба да е спорна. (“Изглежда, че повечето хора не забелязват, че ако някой има изолиран уран-235 под ръка, то направата на ядрена бомба е тривиална задача, докато ако само плутоний е достъпен, то взривяването му е най-трудната техническа задача, която ми е известна” пише Луис Алварес, един от ключовите физици в проекта “Манхатън”, впоследствие Нобелов лауреат по физика, в своите спомени, написани през 1987 г., една година преди смъртта си.)

Превод от английски: **Георги Граховски**

(Francesco Calogero, *The risk of nuclear terrorism*)

ПРАВИЛНО ЛИ Е ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА?

Едуард Капусцик*

ЗА ПРЕПОДАВАНЕТО

Аз се безпокоя, че физиката все по-малко и по-малко интересува младите хора, при това не само в Полша, но и в другите страни. В известна степен за това способстват и настроенята в обществото. Шест от десет запитани поляци не свързват днешните блага на цивилизацията с постиженията на физиката и не я поставят на първите места по значимост сред другите науки.

Съвременното обучение по физика е подобно на обучението на шахматна игра, когато човек, който не умее да играе, поставят да наблюдава играта на гротмайстори. Естествено, той не ще разбере нито правилата, нито стратегията на играта. Според мене физиката днес се учи по същия начин: поставят опит и младият човек, по идея, трябва да види всичко, което е необходимо и да направи правилни изводи. Но един ще види същността на явлениято, а друг – несъществени подробности. Така веднъж, при изучаване закона на Архимед, ученик забелязал как “тяло потопено във вода” боядисало водата – и направил съответния извод. За което, напълно естествено, получил слаба оценка. Ще поиска ли той след този случай да наблюдава и анализира нещо самостоятелно? Едва ли.

Не трябва младите хора да се заливат веднага с огромен обем информация, не трябва да се стараем те веднага всичко да разберат. Трябва да преподаваме физиката така, че на тях да им се струва, че всичко разбират, за да не възникне, особено в началото на обучението, комплекс за непълноценност, за невъзможност всичко да се постигне.

Физиката се отдава на онези, които не са имали с нея проблеми в началото, за повечето – тя е сериозен проблем. И между учителя и учениците от самото начало възниква пропаст.

Резултатите и процесът на обучение в днешното училище се виждат от такъв пример. Мой ученик в курса по дидактика на физиката проведе изпитване на учениците по американски тестове. Целта беше да се провери как влияе познаването на законите на физиката, по-точно, на втория закон на Нютон, върху резултатите при решаването на задачи по механика. Задачата не беше сложна: на масата лежи товар с тегло 1000 kg. Към него е завързана връв, за която е закачен товар с тегло 1 g. Триенето се пренебрегва. Какво ще стане с големия товар?

При децата, които още не са изучавали този закон, съотношението “правилен отговор” – “неправилен” се оказа 20:80 %. Но получилите правилен отговор не можеха да го обосноват, тъй като още не бяха изучавали физика. След изучаването на физиката в средните класове процентът на правилните отговори достигна 40 %. От абитуриентите, завършили училище с добри оценки по физика, правилно могат да решат задачата не повече от 60 %. А студентите от физическите факултети, които са прослушали курса по обща физика, дават 80 % правилни отговори.

Или да вземем следните наблюдения. Когато започват да изучават физика в училище, тя е сред най-любимите предмети. Постепенно рейтингът на нейната популярност пада и към момента на завършване на училище тя става най-нелюбимата. Значи е необходимо по някакъв друг начин тя да се преподава, а това означава, че са нужни нови преподаватели. Как да се подготвят те? Не зная. Как те трябва да обучават децата? Също не зная. Но това, което става сега, в определен смисъл е престъпление против бъдещето.

В резултат на такова отношение ние получаваме голям брой лошо знаещи и необичащи физиката граждани, част от които след това ще влязат в законодателната и изпълнителната власт и, като отделно следствие, – няма да поддържат със законите и финансите науката въобще и по-специално – физиката.

ПРАВИЛНИ И НЕПРАВИЛНИ

На времето, когато аз бях ученик, в училище се водеше активна борба с “левичарите”. Смяташе се, че те са по-недисциплинирани, по-лошо усвояват нова информация; поставяха им съзнателно занижени оценки. Когато се ориентираха в това явление и разбраха, че нещата не са така прости, престанаха да тормозят левичарите и децата престанаха да страдат. Но стереотипът, че левичарят не е като другите, все още се запазва в обществото. Аз зная това от многобройни беседи с левичари.

В педагогиката са известни такива явления, като дислексия и дисграфия, тоест неспособност постоянно или от време на време човек правилно да чете или да пише. В училище деца с такива “отклонения” много страдат. Но това не е резултат на тяхно недостатъчно усърдие, както смятат учителите, а особеност в строежа на зрителната система и главния мозък: съседните букви се сливат и детето при четене или писане неволно ги пропуска. Сега психолозите се научиха да разпознават такива особености, така че децата вече не ги осъждат за такива грешки. Още един пример е аутизмът. Децата с такива заболявания по-рано ги смятаха за умствено недоразвити. Те са развити, но при тях липсват канали за обратна връзка чрез зрението, слуха, осезанието, които се формират в ранното детство.

У мен възникна хипотеза, че наред с дислексия и дисграфия съществува особеност, която би могло, макар и не съвсем точно, да се нарече дисфизика. Хората, страдащи от нея, не са способни да научат физиката с тези стандартни методи, които днес се използват в училище.

Различните типове функциониране на главния мозък аз обяснявам със съществуващото разделяне на хуманитари и техничари. Това не е наличие и отсъствие на съответни способности, а свойство на мозъка. Мисленето е много сложно нещо. Медицината се е съсредоточила върху строежа на мозъка, а процесът на неговото функциониране е изучен твърде слабо. Според мен неспособни хора няма. Има хора, при които мозъкът функционира по-друг начин.

КАКВО ДА СЕ ПРАВИ?

Днешната система за училищно образование се е запазила практически без изменения от средните векове, когато учителят е бил единствен източник на знания. Днес ситуацията се е изменила качествено и децата получават информация от много други източници. Според мен днес ролята на училището е да организира получаването на знания. Необходимо е активно да се прилага дидактиката, да се проверява с различни методи доколко ефективно се обучават децата и детето да се насочи по-обосновано към природонаучния или хуманитарен клас.

Както не бива от страдащите от аутизъм да се очаква да намерят пътя към нас, така и не трябва от обществото да се очаква, че то ще се заеме с проблемите на физиката. Самите физици трябва да търсят този път.

Превод: **Н. Балабанов**

* Професор в университета в гр. Лодз (Полша), ръководител на Отдела по фундаментални въпроси на физиката.

ФИЗИКАТА В ДЕЙСТВИЕ

КОНКУРС ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА УРЕДИ И КОМПЮТЪРНИ ПРОГРАМИ В СТОЛИЧНИТЕ УЧИЛИЩА

За усвояване на физичните знания и природните закони в средното училище от голямо значение е провеждането на опити и демонстрации. За подобряване на експерименталната работа по физика е необходимо наличието на уреди и устройства в кабинетите по физика, които да могат да се използват пълноценно за демонстрационна и лабораторна работа. Това наложи организирането на конкурс за изработка на физически уреди и компютърни програми за различни физични явления и закономерности, които след конкурса остават на разположение в кабинетите по физика.

През тази година участие в организиране на конкурса взеха не само Софийския клон на СФБ, но и Физическия факултет (ФФ) на СУ "Св. Климент Охридски" и фондация "Еврика". Специални награди за отличените участници в конкурса бяха предоставени от Декана на ФФ – доц. д-р Димитър Мърваков; от студентския клон на OSA (Optical Society of America) в България и от Националния политехнически музей (ПТМ).

На III-тия конкурс (8 май 2004 г. във фойето на ФФ) бяха представени 28 уреда и 12 компютърни програми от 47 ученика от 15 столични училища и колежи. Тази година значително е завишен броят на компютърните програми – с девет повече от миналия конкурс. От друга страна, трябва да се подчертае, че представените на конкурса уреди са на по-високо равнище по изработка и дизайн от тези през миналата година. Представянето беше проведено в две секции: първа (VI-VIII кл.) и втора (IX-XII кл.).

В конкурса взеха участие голям брой представители на физичната общност в София – учители по физика в Столични училища и колежи. Департаментът за информация и усъвършенстване на учителите към СУ връчи грамоти на всички учители, взели дейно участие в провеждането на конкурса.

Журието за разглеждане и оценка на представените уреди и компютърни програми в състав: Елка Златкова – експерт по физика в РИО-София, ст.н.с. Крум Коленцов от ИФТТ-БАН, и Цветана Къовлиева и Румяна Тодорова, учители от София, се запозна предварително с тях. Окончателно становище и решение за класирането на участващите ученици журието взе след провеждане на демонстрация от създателя на всеки уред и компютърна програма пред публиката във фойето и компютърната зала на ФФ. Гости на заключителната част на конкурса бяха деканът на ФФ, представители на студентското Оптично Общество и НПМ, които поднесоха и наградите на тези организации на отличените ученици. При това тази година бяха раздадени много по-престижни награди на класираните ученици. Това ще стимулира учениците в тяхното усвояване на физичните знания и използването им за изготвяне на подходящи уреди и компютърни програми в различни области на физиката и астрономията.

Нека пожелаем този конкурс да постигне още по-големи успехи през следващата 2005 г., обявена за "Световна година на физиката" (СГФ; WYP). Може да се очаква, че този ученически конкурс ще бъде част от конкретните прояви в различни области на физиката – обучение по физика и астрономия, изтъкване връзката между фундаменталната и приложна физика, респ. между теоретичната и експерименталната физика, разкриване и наблягане върху интердисциплинарния характер на физиката и нейната роля за развитие на много научни и технически области на съвременното информационно общество.

Класиране Ученик (преподавател) Данни за ученика Награден уред

Секция VI-VIII клас – конкурс за уреди

1 място	- Стоян Пейчинов (<i>Р. Лефтерова</i>)	VIII кл., ПГЕА	<i>Звездна карта на северното небе</i>
2 място	- Виктор Еленков (<i>Н. Ганева</i>)	VIII кл., СПГЕ	<i>Електричество</i>
	и Любослав Еленков	VIII кл., СПГЕ	<i>Магнетизъм</i>
3 място	- Никола Будинов (<i>К. Тонева</i>)	VII кл., 10 СОУ	<i>Хидравлична предавателна машина</i>
4 място	- Калина Бояджиева (<i>Г. Вългенова</i>)	VII кл., 149 СОУ	<i>Образи, получени със събирателна леща</i>
ФФ	- Александър Тасев (<i>К. Тонева</i>)	VII кл., 10 СОУ	<i>Скачен съд "Фонтан"</i>

Секция IX-XII клас – конкурс за уреди

1 място	- Стефан Качаунов (<i>Л. Николова</i>)	XI кл., 35 СОУ	<i>Лазерна комуникация</i>
	- Михаил Неданов		
OSA	- " " " " " "		- " " " " "
2 място	- Иван Марков (<i>Р. Станков</i>)	XI кл., 123 СОУ	<i>Черна кутия</i>
3 място	- Любен Алексиев (<i>Г. Русева</i>)	IX кл., ПГЕА	<i>Алармена с-ма</i>
3 място	- Станислав Запрянов (<i>П. Дикльовски</i>)	XI кл., 12 СОУ	<i>Приемник на УКВ-А</i>
4 място	- Благовест Павлов (<i>Г. Русева</i>)	IX кл., ПГЕА	<i>Уитстънов мост</i>
4 място	- Симеон Рафаилов (<i>Г. Русева</i>)	IX кл., ПГЕА	<i>Ел. предпазители</i>
ФФ	- Георги Симеонов (<i>К. Тонева</i>)	XI кл., 10 СОУ	<i>Волтова дъга във вода</i>

Секция VI-VIII клас – компютърни програми

1 място - Калоян Генков (*Св. Панайотова*) VI кл., 81 СОУ П-ма "Сили"

НПМ - Адриан Томов (*Р. Левтерова*) VIII кл., ПГЕА **Изопроцеси**

НПМ - Бойко Караджов (*М. Васковска*) VIII кл., НПГПТО "Дадено, търси се"

Секция IX-XII клас – компютърни програми

1 място - Христо Тенчев (*Ем. Здравкова*) XI кл., 73 СОУ Приложение на

- Борис Узунов ел.-магн. Индукция

2 място - Деян Добринов (*Л. Николова*) X кл., 35 СОУ Магн. свойства

- Стоян Божиков на веществата

3 място - Александър Николов X кл., ПГЕА Теория за природата

- Вили Бахсет Мерт (*Р. Лефтерова*) на светлината

Крум Коленцов, Светла Панайотова

12 УМОПОМРАЧИТЕЛНИ ИДЕИ ОТ ПОГРАНИЧНИТЕ СЕЛЕНИЯ НА НАУКАТА



Издателство “НСМ Медиа” зарадва любознателните си читатели с превода на бестселъра на Маркътс Чоун под надслов *Паралелната вселена. 12 умопомрачителни идеи от пограничните селения на науката*.^{1,2} Ако не беше подзаглавието на българския превод, човек би могъл да си помисли, поглеждайки към стандартно-красивата корица на книгата, че вижда поредния том с научна фантастика. И тя наистина би могла да бъде възприета така, стига под последния израз да разбираме теоретизиране чрез оригинални научни хипотези, т.е. научно спекулиране, а не художествено пресъздаване на екзотични и футуристични ситуации. В този смисъл любопитното съдържание на книгата е вкоренено в почвата на рационалното евристично мислене, а не вегетира върху подвижните пясъци на мистицизма или на всеобещаващата псевдонаука. Книгата на М. Чоун – консултант в сп. “*Ню Сайънтист*” по въпросите на космологията – е един от редките образци на увлекателно поднесеното и сериозно изпитаното научно популяризаторство. Но книгата е оригинална с това, че популяризира не

вече завършени и утвърдени чрез многократно експериментирани физически теории, а нови смели хипотези – т. нар. “умопомрачителни идеи” – в областта на физиката, космологията и биологията.

Кои са тези оригинални и евристични хипотези? В една кратка рецензия те могат да бъдат, за съжаление, само най-общо поднесени, без така необходимата подкрепяща аргументация.

Първата хипотеза разглежда възможността да има области от Вселената, в които времето да “върви назад”. Тази възможност L. S. Schulman обвързва с възможността за *обратна* термодинамична стрела, сочеща посока на намаляване, а не на нарастване на ентропията. За тази цел обаче, като фиксирани би следвало да се разглеждат не началните, а крайните състояния на физическите системи, обладаващи ниска ентропия. Мога само да добавя, че от философска гледна точка това е една твърде интересна хипотеза, но поне засега отсъства убедителна аргументация, че именно посоката на изменение на ентропията обуславя и посоката на самото време (въпреки че може би определя посоката на запаметяването).

Втората хипотеза е идеята за многото светове, в които историята на нещата може да се разслоява на различни, но реално протичащи сюжети. За пръв път тази идея е предложена през 1957 г. от Hugh Everett *като алтернативна интерпретация на квантовата механика*. Авторът на книгата цитира любопитната констатация на Max Tegmark, участник в конференцията по квантова теория в института “Исак Нютон” в Кеймбридж, Великобритания, през юли 1999 г.: “За първи път след повече от седемдесет години почти никой не се изказа в подкрепа на Копенхагенската интерпретация. Но най-изумителното от всичко бе, че основният претендент за първа интерпретация бе тази за Многото светове. Тя се оказа десет пъти по-популярна от всичко останало” (с. 46-47).

Третата идея е твърде революционна, макар и да се подкрепя от един стандартен физичен експеримент със свръх-охладен хелий. Под 1,7 градуса над абсолютната нула хелиевата течност е свръх-флуидна. Ако в нея се внедрят електрони, те образуват т. нар. “електронни мехурчета” и в условията на приложено електрично поле може, естествено, да се наблюдава протичането на ток. Но щом към течността се насочи лазерен лъч, стойността на тока рязко се покачва – нещо, което остава без ясно обяснение.³ Според Humphrey Maris обяснение все пак има, но ако допуснем раздвояване на “мехурчето”, в което е затворен електронът. То се разцепва на две, така щото *електронът се разполовява*. Но как е възможно това, щом той се описва от добре определена вълнова функция? “Ако вълновата функция на един електрон действително може да се разцепи на две и в резултат на това да се получат два полуелектрона” – разсъждава М. Чоун – “то тогава няма как да не стигнем до логическия извод, че вълновата функция всъщност е самият електрон” (с. 72). Умопомрачително, нали?

Едва ли има физик, да не кажа интелигентен наш съвременник, обзет от естествено любопитство, който да не би искал да разбере природата на елементарните частици. *Четвъртата* изложена идея в тази връзка е на Mark Hadley. Той е убеден, че физици като Айнщайн, Уийлър и Мизнер са били на прав път. Търсейки начин да обедини общата теория на относителността с квантовата теория, той моделира квантовите обекти като затворени пространствено-времени области с “времени издутини”.

Петата идея е всъщност разработка на известната още от 20-те години на миналия век хипотеза на Калуца и Клайн, че светът е разгърнат не в 4, а в 5 измерения. Те се насочват към тази хипотеза, за да обяснят електромагнитното взаимодействие по сходен начин с Айнщайновото обяснение на гравитацията. Допущането на повече от 4 измерения, които са “затворени”, се свързва с новата хипотеза за т. нар. частици “Калуца-Клайн”, които са резонансно ехо на известните ни елементарни частици. Тяхното откриване би било косвено свидетелство за наличието на повече реални измерения.

Шестата хипотеза е интересна най-вече за астрономите, защото предоставя обяснение на странната дълговремена променлива светимост на квазарите. Според Mike Hawkins причината за това не е в тях самите, а в образуването на гравитационни лещи от много на брой “странстващи” черни дупки. Всички те имат маса, съизмерима с тази на планетата Юпитер, като наличието им, освен това, може да реши проблема за състава на т. нар. тъмна материя във Вселената.

Същият проблем може да получи алтернативно решение и от *седмата* хипотеза за “огледалната вселена”. Тя е вселена, изградена от огледална материя. Методологията за нейното теоретично допускане и описание се основава върху *възстановяването на огледалната симетрия в света*, която се нарушава при някои слаби взаимодействия. Интересно е, че хипотезата е принципно проверима чрез експеримент, предложен от S. Gnidenko и R. Foot, установяващ начина на разпадане на ортопозитронни системи.

Осмата представена идея ни препраща отново към втората, т.е. към идеята за една *Мултивселена*, съставена от безбройно много светове. Акцентът обаче е поставен върху аргументацията за нейната реалност. Същината ѝ е в интерпретацията на различните математични структури, всяка от които описва един действително съществуващ свят. Но само такъв, подобен на нашия, може да роди живот и разум.

Известно е, че нашата вселена е твърде “специална”, защото стойностите на фундаменталните физични и космологични константи са много фино съгласувани помежду си. *Деветата* любопитна хипотеза, издигната от Edward Harrison, постановява, че “физичните закони, които са най-пригодени за появата и еволюцията на живота, се подлагат на естествен подбор от самия живот” (с. 186-7). В този смисъл би могло да се окаже, че нашата вселена е планирана и създадена от същества с много по-висок интелект от човешкия, който сме развили до днес, защото както животът поражда живот, така и интелектът поражда интелект.

Но къде е най-вероятно да възникне и да се възпроизвежда животът във Вселената? Близко до ума е отговорът, че люлка на живота може би са планети, подобни на Земята, кръжащи около стабилни слънца. David Stevenson обаче е на друго мнение. Според него – и това е *десетата* хипотеза от книгата – съществуват не малко *междузвездни планети*, които могат да осигурят достатъчно стабилна околна среда за поява и поддържане на живот.

И все пак, въпреки упоритите усилия на биолозите, те не можах да създадат до сега по изкуствен начин нито една жива клетка. Изглежда самозараждането на живота е доста сложен и много ниско вероятностен процес. Може би животът е възникнал само *веднъж* във Вселената, а сетне само се е пренасял (напр. чрез тела като кометите) от едно място на друго. Това е *единадесетата* идея от книгата, развита в цяла добре подкрепяна от различни факти теория, от Fred Hoyle и Chandra Wickramasinghe.

Последната, *дванадесета* идея, е на Алексей Архипов. Тя ни подсказва как да търсим братя по разум във Вселената, но не чрез известната ни програма СЕТИ за радио прослушване на космическото пространство, а чрез търсене на “извънземен боклук”, случайно попаднал тук при нас, на Земята.

Струва си човек да спре вниманието си върху скицираните тук идеи. Защото, както мъдро ни подсеща М. Чоун, “новите идеи са тъканта на науката. Без непрестанния им приток – глинени панички, изхвърляни към синевата, за да бъдат простреляни от ловеца – науката би била невъзможна” (с. 7).

Преводът на книгата, за разлика от други нему подобни, е твърде сполучлив. Но и в него са се промъкнали, макар и редки, неточности: “антропологичен” вместо “антропен принцип”,

“голямото свиване” вместо “големият свив” и др.п. Това идва да подсказва, че работата на преводача филолог трябва да се съпътства и от редакторския поглед на специалиста.

Бележки

1. Chown, Marcus, *The Universe Next Door: The Making of Tomorrow's Science*. Oxford University Press, 2002, 191 pp.

2. Тук и по-долу страниците в скобки са от рецензираната книга: Маркър Чоун, *Паралелната вселена. 12 умопомрачителни идеи от пограничните селения на науката*. НСМ Медиа, С., 2004, 284 стр.

3. Въпреки че първоначално се е смятало, че ефектът е тривиален: електроните изскачат от “мехурчетата” си и стават причина за нарастване на тока. Това се е оказало обаче погрешно предположение, тъй като свободните електрони бързо оформят нови “мехурчета” (вж. с. 68).

Ангел Стефанов

Проф. КИРИЛ БОЕВ

(1936 – 2004)

На 14 август 2004 г., след продължително тежко боледуване, почина професор Кирил Боев. Той е роден през 1936 г. в гр. Видин и е завършил Софийския университет “Св. Климент Охридски”, специалност атомна физика. И двата му доктората са по специалността “биофизика”. Той е първият български учен, хабилитиран в тази област. Специализирал е в Института по физиология в Киев и в Института по физическа химия в Москва, бил е гостуващ професор в Института по физиология в Марбург, Германия.

Професор Боев има изключителни заслуги за развитието на българската биофизика. Основната тема в научното му творчество през последните 20 години е механизмът на електромеханичното и фармакомеханичното куплиране в гладката мускулатура и разработването на експериментални методи за целите на тези изследвания. Той въвежда в България най-съвременните методи за изследване на мембранните йонни токове в единични клетки. Приносите на Професор Боев са в огромното изследователско поле на клетъчната възбудимост и съкратителните функции на съдовете и храносмилателния тракт. Те са публикувани в десетки статии в престижни международни списания, и са цитирани стотици пъти.

Професор Боев е изградил международно призната и утвърдена школа в областта на биофизиката на клетката и мембранните йонни канали. Той е един от създателите и дългогодишен директор на Института по биофизика на БАН. През 1996 г. получи най-високото отличие на Националния фонд за научни изследвания в областта на биологичните науки. Бил е ръководител на престижни международни научни проекти: с Университета в гр. Сиена, Италия, с Израелската академия на науките, с Ветеринарния институт в гр. Глазгоу, Шотландия, с Института по физиология на Университета в гр. Рощок, Германия, с болницата “Сейнт Джордж”, Лондон. Той редовно е канен за лектор на международни конгреси и симпозиуми и е чел курсове от лекции в Германия, Канада, Великобритания и Италия. Автор е на първия български учебник по биофизика. Бил е член на Академичния съвет на Центъра за обучение на БАН, на Биологическата комисия към ВАК, на Специализирания научен съвет по молекулярна биология, биофизика и биохимия, на Научния съвет на Института по физиология и Председател на Научния съвет на Института по биофизика.

Всички, които имаха щастието да го познават, ще запазят без усилие спомена за усмивката му, богатството от щастливите моменти на общуване с него. Безрезервен беше стремежът му да научи хората около себе си на всичко, което знае – и за доброто в живота, и за тайните на занаята, и за дълбините на науката, и за достойнството, и за силата на духа.

Сериозен и всеотдаен, дълбоко етичен, толерантен и продуктивен учен, той остави незабравими следи в сърцата на толкова много хора. Сред достойните академични професори се отвори незапълнима празнота.

Поклон пред светлата му памет!

Проф. дфн ЕМИЛ ИВАНОВ ВАПИРЕВ (1948 – 2004)

На 10 септември 2004 г. внезапно, в разцвета на творческите си сили и в период на големи организаторски усилия, почина нашият уважаван колега Емил Вапирев.

Роден през 1948 г. в гр.Ямбол, където завършва английската гимназия, а през 1972 г. завършва Физическия факултет на СУ "Св. Климент Охридски", производствен профил, специалност "Атомна физика". Започва работа като физик в АЕЦ "Козлодуй" през 1974 г., а през 1976 г. става асистент по ядрена техника в катедра Атомна физика, ФФ на СУ. През 1978 – 1979 г. специализира времезависими ъглови разпределения и Мьосбауерова спектроскопия в Лабораторията по ядрена структура на университета в Стоуни Брук – САЩ. Защитава кандидатска дисертация през 1984 г., а през 1998 г. и дисертация на тема "Елементи на ядрения горивен цикъл: ядрено гориво и нетрадиционни методи за анализ на радиоактивни замърсявания" и е удостоен с научната степен "доктор на физическите науки". Хабилитира се като доцент към Физически факултет, катедра Ядрена техника и енергетика, а в периода 1992 – 1995 г. е ръководител на същата катедра. През 2003 г. му е присъдена научното звание професор. Автор е на над 60 научни статии, над 30 доклада на национални и международни конференции, свързани с изследвания на Мьосбауеровата спектроскопия, времеви корелации и проблеми на реакторната физика и ядрените горива. Има издадени 3 учебника за студенти и специализанти по ядрена енергетика. От 1991 г. до 1993 г. е Председател на Консултативния съвет по ядрена и радиационна безопасност към КИАЕМЦ, а в периода 1995 - 2000 г. е заемал длъжностите: главен експерт по ядрен горивен цикъл, н-к отдел "Инженерно осигуряване на общостанционната дейност" и директор на Учебния център в АЕЦ "Козлодуй". През ноември 2001 г. е назначен за Председател на Агенцията за Ядрено регулиране към министерския Съвет, на който пост го завари смъртта.

Човек с високи морални критерии и чиста съвест, той живееше по законите на честността и гражданската отговорност, съпричастен към проблемите на околните. Ерудиран специалист с международна известност в областта на ядрената енергетика проф. Вапирев отдаваше всичките си сили за стабилизиране и развитие на това направление у нас. Въпреки огромната си организационна ангажираност той остана верен на коренните си интереси в областта на фундаменталните проблеми на физиката.

Ще го запомним с неговия ентузиазъм, духовна щедрост и ведър дух.

Поклон пред светлата му памет!

Ст.н.с. д-р ВАСИЛ ДИМИТРОВ БАКЪРДЖИЕВ

(1934 - 2004)

На 4 август 2004 г. след тежко боледуване ни напусна нашият колега и приятел ст.н.с. II ст. д-р Васил Димитров Бакърджиев. Той е роден през 1934 г. в Карлово, където завършва механо-техникума. Продължава образованието си във Физическия факултет на Софийския университет и през 1961 г. и през 1961 г. завършва специалност “Физика”. През 1963 г. става научен сътрудник в Института по заваряване, където ръководи лаборатория, а от 1968 г. Секция по плазмено заваряване. Завършва задочно аспирантура във Висшето училище “Ото фон Герике” в Магдебург, ГДР, където защитава дисертация на тема “Влияние на нехомогенно магнитно поле върху дъгите, горящи в електродъгов плазмотрон” От 1979 г. е старши научен сътрудник II ст. по специалността “Плазмено рязане и заваряване на металите”. Докладвал е на редица наши и международни конгреси и конференции в Прага, Букурещ и Англия. Васил Бакърджиев е автор на повече от 70 научни публикации, един патент и 10 авторски свидетелства. В периода 1970-1988 гг. той е представител на Министерството на машиностроенето по технически проблеми в областта на плазменото рязане и заваряване в източноевропейските страни.

Като активен член на ръководството на Софийския клон на Съюза на физиците в България, Васил Бакърджиев прегръща с голям ентузиазъм идеята за основаване на Софийския клуб на физика. От самото начало, март 1997 г., той е негов председател. През изминалите години неуморният ни колега Васил Бакърджиев успя да обедини хората да общуват помежду си и да дискутират различни теми. За лектори той успяваше да привлече едни от най-изтъкнатите наши академици и професори не само от областта на науката, но и на изкуствата.

Ще ни липсва човекът с голямо сърце, който ни напусна твърде рано, а имаше още толкова много планове за нови срещи и инициативи. Ще ни липсва огромният му ентузиазъм и стремеж към най-новото и най-интересното във всички области на многоликия живот.

Поклон пред светлата му памет!

РАЗУМ И МАТЕРИЯ

(Лекции, изнесени в колежа “Тринити”, Кеймбридж, октомври 1956 г.)

Ервин Шрьодингер

Част IV

Глава 6. Загадката на сетивността

В тази последна глава искам да покажа с малко повече подробности извънредно странното положение на нещата, което вече е отбелязано в един знаменит фрагмент на Демокрит от Абдера – странният факт, че от една страна цялото наше знание за света около нас – както постигнатото в нашия ежедневен живот, така и полученото в резултат на грижливо подготвени изнурителни лабораторни експерименти, – почива изцяло върху непосредственото сетивно възприятие, докато от друга страна това знание не може да разкрие как сетивните възприятия се отнасят към външния свят, поради което в нашата картина или в модела, който ние при научните си открития построяваме като модел на външния свят, липсват каквито и да било сетивни свойства. Докато първата част от това твърдение е, струва ми се, напълно приемлива за всички, то втората част едва ли така често се осъзнава, просто защото неспециалистите, като правило, имат голям респект към науката и смятат, че ние учените сме способни с нашите “невероятно изтънчени методи” да разгадаем неща, които поради самата си природа биха останали неразгадаеми за обикновения човек.

Ако попитате един физик как си представя жълтата светлина, той ще ви отговори, че това са напречни електромагнитни вълни с дължина на вълната около 590 милимикрона. Ако го запитате “Но къде се намира жълтото?”, той ще ви отговори: в моята картина изобщо го няма, но когато тези видове трептения попаднат върху ретината на здраво око, те дават на човека усещането за жълт цвят. По-нататък вие можете да чуete, че различни дължини на вълните създават различни цветови усещания, но това не се отнася за всички, а само за онези, които са между 800 и 400 нм. За физика инфрачервените (по-дълги от 800 нм) и ултравиолетовите (по-къси от 400 нм) вълни са буквално същият вид явления като тези в интервала между 800 и 400 нм, към които окото е чувствително. Как става този особен подбор? Той очевидно е адаптация спрямо слънчевото лъчение, което е най-интензивно в този диапазон от дължини на вълните, но спада към двата му края. Нещо повече, най-силното усещане за яркост на цвета е това при жълтия цвят, който е точно в областта (на споменатия диапазон), където слънчевото лъчение има максимум, ясно изразен пик.

По-нататък можем да запитаме: само лъчението в околността на дължини на вълните 590 нм ли е единственото, което създава усещането за жълт цвят? Отговорът е: съвсем не. Ако вълни с дължина 760 нм, които сами по себе си създават усещането за червен цвят, бъдат смесени в определена пропорция с вълни от 535 нм, които сами по себе си създават усещането за зелен цвят, тази смес създава жълт цвят, който е неразличим от този, създаван от 590 нм. Два съседни екрана, единият от които се осветява от сместа, а другият – от едноцветната светлина, изглеждат точно по един и същ начин, те не могат да се различат един от друг. Може ли този резултат да се предскаже по вълновите дължини, съществува ли числена връзка с тези физически, обективни характеристики на вълните? Не. Но, разбира се, съществува емпирично получена карта на всички смеси от този вид; тя се нарича триъгълник на цветовете. Но последният не е свързан по прост начин с дължините на вълните. Не съществува общо правило, че сместа от две спектрални линии съответства на спектрална линия, разположена между тях;

например сместа на “червено” и “синьо” от двата края на видимия спектър дава “виолетово”, което не се създава от една отделна спектрална линия. Нещо повече, споменатата диаграма, триъгълникът на цветовете, е леко различна за различни хора, но може да стане съществено различна за някои хора, наречени аномални трихромати (те *не са* далтонисти).

Усещането за цвят не може да се впише в обективната картина на физика за светлинните вълни. Би ли могъл физиологът да го опише, ако разполага с по-пълни знания за процесите в ретината и на възбудените от тях нервни процеси в оптичните нервни влакна и в мозъка? Не мисля, че би могъл. Най-много бихме могли да получим обективни знания за това кои нервни влакна са възбудени и в каква пропорция, вероятно даже да узнаем точно процесите, които те пораждаат в определени мозъчни клетки – когато мозъкът регистрира усещането за жълт цвят в една определена посока или област на зрителното поле. Но даже такава пълно познание не би могло да ни съобщи нищо относно усещането за цвят или конкретно за жълт цвят – същите физиологични процеси биха могли в еднаква степен да доведат до усещането за сладък вкус или за каквото и да е друго. Искам просто да кажа, че със сигурност няма нервен процес, чието обективно описание да включва характеристиката “жълт цвят” или “сладък вкус”; по същия начин и обективното описание на една електромагнитна вълна твърде малко включва някоя от тези характеристики.

Същото се отнася и за другите сетивни възприятия. Твърде интересно е да сравним възприятието за цвят, което току що обсъдихме, с това за звук. Обикновено то се предава до нас от еластични вълни на свиване и разширяване, разпространяващи се във въздуха. Тяхната дължина на вълната или за по-голяма точност – тяхната честота определя височината на чувания звук. (N.B. Също и при светлината за физиологичното възприятие от значение е честотата, а не дължината на вълната, при все че двете са точно реципрочни една на друга, тъй като скоростите на разпространение във вакуум и във въздух не се различават чувствително.) Не е нужно да ви казвам, че честотният диапазон на “чуваемия звук” е твърде различен от този на “видимата светлина” – той варира от 12 или 16 трептения в секунда до 20 000 или 30 000 в секунда, докато този за светлината е от порядъка на неколкостотин милиарда. Обаче за звука относителният диапазон е много по-широк, тъй като обхваща около 10 октави (за “видимата светлина” тя е едва една); нещо повече, той е различен за различните хора и освен това се мени с възрастта: горната граница спада значително с възрастта. Но най-поразителният факт относно звука е, че смес от няколко определени честоти никога не се комбинира, за да се създаде само един междинен музикален тон, съответстващ на една междинна честота. Наслаждащите се тонове се възприемат до голяма степен като отделни, макар и едновременно – особено от музикално надарените хора. Смесването на множество по-високи тонове (обертонове) с различни качества и интензитети има за резултат т.нар. тембър (на немски *Klangfarbe*), по който ние се научаваме да различаваме цигулката, корнета, църковната камбана, пианото ... даже по прозвучаването на един-единствен тон. Но даже шумовете имат свой тембър, благодарение на който можем да разберем какво става; даже моето куче познава особения звук, който издава отварянето на определена консервна кутия, от която понякога получава бисквита. При всичките тези случаи от основно значение са пропорциите на смесващите се честоти. Ако те всички се изменят в едно и също съотношение, както е при твърде бавното или твърде бързото въртене на грамофонна плоча, ние все още можем да разберем какво става. Все пак някои съществени различия се определят от абсолютните честоти на дадени компоненти. Ако грамофонна плоча, съдържаща човешки глас, се върти твърде бързо, гласните звуци чувствително се променят; например гласната “а” в дума като “нар” се променя и зазвучава като “нея”. Непрекъснатият интервал от честоти винаги е неприятен, независимо дали се създава във вид на последователност, както е при сирената или при виещата котка, или едновременно, което е трудно за осъществяване, освен ако нямаме множество сирени или цял хор от виещи котки. Това също е нещо напълно различно от случая на възприемане на светлината. Всичките цветове, които обикновено възприемаме, се създават от непрекъснати смесвания, а непрекъснатата градация на нюанси, както в живописата така и в природата, много често е нещо много красиво.

Основните характеристики на звуковото възприятие могат много добре да се разберат въз основа на механизма на ухото, за който разполагаме с по-добри и по-надеждни знания от тези за химизма на ретината. Основният орган е ушният охлюв, навита костна тръбичка, наподобяваща черупката на един определен вид морски охлюв: малка виеща се стълба, която “нагоре” става все по-тъсна. На мястото на стълпалата (да продължим сравнението), напречно на витата стълба, са опънати еластични влакна, образуващи мембрана, като ширината на мембраната (или дължината на отделното влакно) намалява “отдолу нагоре”. По такъв начин, подобно на струните на арфата или на пианото, влакната с различна дължина реагират механично на трептения с различна честота. На една определена честота реагира определена малка част от мембраната – не само едно влакно, – като за по-високите честоти влакната са покъси. Механично трептене с определена честота трябва да създаде във всяка от тези групи нервни влакна добре познатите нервни импулси, които се разпространяват до определени части от мозъчната кора. На нас ни е известно, че процесът на провеждане е практически един и същ във всички нерви и се изменя само с интензитета на възбуждането; последното оказва влияние върху честотата на импулсите, които естествено не трябва да се бъркат с честотата на звука (двете нямат нищо общо помежду си).

Картината не е така проста, както би ни се искало. Ако физик беше конструирал ухото, имайки предвид да осигури на неговия собственик невероятно финото различаване на височина и тембър на звуковете, което той в действителност притежава, то физикът би го направил по различен начин. Но той може би щеше да се върне отново към него. Би било по-просто и по-приятно, ако можехме да кажем, че всяка една “струна” в ушния охлюв отговаря само за една точно определена честота от постъпващото трептене. Но не е така. А защо не е така? Защото трептенията на тези “струни” са силно затихващи. Това по необходимост разширява техния диапазон на резонанс. Нашият физик би могъл да ги построи с възможно най-слабо затихване. Но това би имало ужасното последствие, че възприемането на звука не би спряло почти веднага, след като създаващата вълна изчезне; то би траяло известно време, докато слабо затихващият резонатор в ушния охлюв постепенно замре. Различаването на височините би се постигнало с жертвата на различаването по време на последователните звуци. Загадка е как реалният механизъм успява да съчетае двете по такъв свършен начин.

Тук навлязох в някои подробности, за да ви накарам да почувствате, че нито описанието на физика, нито това на физиолога съдържа някаква черта от възприятието на звук. Което и да е описание от този вид е обречено да завърши с изречение като: нервните импулси се пренасят до определена зона от мозъка, където те се регистрират като последователност от звуци. Можем да проследим измененията на въздушното налягане, които създават трептения на ушното тъпанче, можем да видим как неговото движение се пренася по верига от малки костици до една друга мембрана и в крайна сметка до части от мембраната вътре в ушния охлюв, съставена, както я описахме по-горе, от влакна с променлива дължина. Можем да постигнем разбиране относно начина, по който такова трептящо влакно възбужда електрохимически процес на пренос в нервното влакно, с което е в контакт. Можем да проследим този пренос до мозъчната кора и даже можем да получим известно обективно знание относно някои от нещата, които стават там. Но никъде няма да попаднем на нещо такова като “регистрация на звук”, тъй като тя просто не се съдържа в нашата научна картина, а се намира само в ума на човека, за чието ухо и мозък става дума.

По подобен начин бихме могли да обсъждаме усещанията за допир, за топло и студено, за мирис и вкус. Последните две, наричани понякога химически сетива (обонянието позволява да се изследват газообразни вещества, а на вкус могат да се изучават течности), имат това общо с визуалното възприятие, че на безкраен брой възможни дразнения те реагират с ограничено многообразие от сетивни качества; в случая на вкус това са горчиво, сладко, кисело и солено, както и възможните техни комбинации. Мирисът е, както ми се струва, по-разнообразен от вкуса и особено при някои животни той е значително по-рафиниран отколкото при човека. Кои обективни свойства на даден физически или химически дразнител са уловими от сетивата – това е нещо, което много силно варира в животинския свят. Пчелите например имат цветно

зрение, което отива доста надалеч в ултравиолетовата област; поради което те са истински трихомати (а не дихромати, както се смяташе въз основа на по-ранните експерименти, при които не се обръщаше внимание на ултравиолета). Особено интересен е фактът, че, както неотдавна откри в Мюнхен Фон Фриш (Карл фон Фриш, 1886-1982, австрийски зоолог – *бел. прев.*), пчелите са особено чувствителни към поляризацията на светлината; това им помага да се ориентират спрямо Слънцето по удивително изкусен начин. За човека даже напълно поляризираната светлина е неразличима от обикновената, неполяризирана светлина. Беше открито, че прилепите са чувствителни към извънредно високочестотни трептения (ултразвук), които са далеч над горната граница на човешката чувствителност; те сами създават този ултразвук, като го използват като вид “радар”, за да избягват препятствията. Човешкото усещане за горещо или студено разкрива особеното свойство на “*les extrêmes se touchent*” (крайностите се допират – *бел. прев.*): ако без да искаме се допрем до много студен предмет, за момент можем да сметнем, че той е горещ и е опарил пръстите ни.

Преди около двадесет или тридесет години химици в САЩ откриха едно любопитно съединение, чието химическо название съм забравил, – бял прах, който за едни хора е безвкусен, но за други е много горчив. Този факт повдигна голям интерес и от тогава активно се изследва. Как ще се възприеме това конкретно вещество, зависи изцяло от конкретния индивид и не зависи от никакви други условия. Нещо повече, тази особеност се наследява в съответствие със законите на Мендел по начин, който е добре познат от наследяването на кръвната група. Точно по същия начин, както изглежда, няма никакво предимство или недостатък човек да е от една или друга кръвна група. Струва ми се твърде малко вероятно това вещество, открито по случаен начин, да е уникално. Най-вероятно “вкусовете се различават” по твърде общ начин и в съвсем реален смисъл!

Нека сега да се върнем към случая на светлината и да навлезем малко по-дълбоко в начина, по който тя се създава, и в начина, по който физиката определя нейните обективни характеристики. Предполагам, че сега вече е общоизвестно как светлината се създава от електроните, конкретно от онези електрони в атома, които “правят нещо” около ядрото. Един електрон не е нито червен, нито син, нито с кой да е друг цвят; същото се отнася за протона, ядрото на водородния атом. Но обединението на двата във водороден атом създава според физиката електромагнитно лъчение в определена дискретна поредица от дължини на вълните. Когато хомогенните съставляващи на това лъчение бъдат разделени с помощта на призма или на оптична решетка, наблюдателят получава усещането за червен, зелен, син, виолетов цвят, като това става с посредничеството на определени физиологически процеси, чийто общ характер е достатъчно добре познат, за да се твърди, че те не са червени или зелени или сини, в действителност въпросните нервни елементи при възбуждане не показват никакъв цвят; белият или сивият цвят на нервните клетки не се определя от това дали те са възбудени или не и определено е без значение по отношение на цветовото възприятие, което съпровожда тяхното възбуждане.

Все пак нашите знания за излъчването на водородния атом и за обективните, физическите свойства на това лъчение са възникнали от наблюденията на цветните спектрални линии, разположени по определен начин в спектъра, получен от горещи водородни пари. Така е получено първото знание, но по никакъв начин това не е пълното знание. За да се получи то, трябва незабавно да се елиминира сетивното възприятие и това ярко проличава в нашия характерен пример. Самият цвят не ни говори нищо относно дължината на вълната; в действителност, както видяхме по-рано, една жълта спектрална линия би могла и да не е “монохроматична” във физическия смисъл на думата, а да е съставена от множество различни вълнови дължини, ако не сме сигурни, че устройството на нашия спектроскоп изключва тази възможност. Той събира светлина с определена дължина на вълната в определено място в спектъра. Намиращата се там светлина винаги има точно същия цвят, какъвто и да е нейният източник. Но даже и да е така, качеството на цветовото възприятие не дава каквото и да е пряко указание относно физическото свойство – дължината на вълната, а тук изобщо не говорим за сравнително слабото различаване на нюанси, което съвсем не би задоволило физика. Казано *а*

priori, усещането за синьо би могло да се създава от дълги вълни, а това за червено – от къси вълни, вместо да е обратното, както е в действителност.

За да попълним нашите знания относно физическите свойства на светлината, идееша от кой да е източник, трябва да използваме специален вид спектроскоп; разлагането се постига с помощта на дифракционна решетка. Призмата не би свършила тази работа, защото не знаем отнапред ъглите, под които тя пречупва различните дължини на вълната. Те са различни за призми от различен материал. В действителност *a priori* с помощта на призма не бихме могли даже да кажем, че по-силно отклоняваното лъчение е с по-къса дължина на вълната, какъвто е реалният случай.

Теорията на дифракционната решетка е значително по-проста от тази на призмата. От основното физическо предположение относно светлината – просто, че това е вълново явление, – ние можем, ако сме измерили броя на еквидистантните процепи на един инч (обикновено от порядък на много хиляди), да определим точния ъгъл на отклонението за дадена дължина на вълната и следователно, по обратен ред, да изведем дължината на вълната от “решетъчната константа” и ъгъла на отклонението. В някои случаи (особено при ефектите на Щарк и на Зееман) някои от спектралните линии са поляризирани. За да завършим физическото описание в този случай, когато човешкото око е напълно нечувствително, на пътя на снопа, преди да сме го разложили, поставяме поляризатор (призма на Никол); като въртим бавно никола около неговата ос, някои от линиите угасват или силно намаляват интензитета си за определени ориентации на призмата, които по този начин показват посоката (ортогонална на снопа) на тяхната пълна или частична поляризация.

След като веднъж цялата тази техника е развита, тя може да се приложи далеч извън видимата област. Спектралните линии на нажежени пари съвсем не са ограничени във видимата област, която физически с нищо не се отличава. Линиите образуват дълги, теоретически безкрайни, серии. Вълновите дължини на всяка серия са свързани от един сравнително прост математически закон, специфичен за нея, който остава валиден за цялата серия, без да има значение дали дадена част от серията е във видимата област. Законите за сериите първоначално бяха установени емпирично, но сега те имат теоретично обяснение. Естествено е, че извън видимата област окото ще трябва да се замени с фотографска плака. Дължините на вълните се извеждат от чисти измервания на дължини: първо, веднъж завинаги се измерва константата на дифракционната решетка, т.е. разстоянието между съседните процепи (реципрочната стойност на броя на процепите в единица дължина), след това се измерват положенията на линиите върху фотографската плака, от които, заедно с познатите размери на апарата, могат да се изчислят ъглите на отклонение.

Това са добре известни неща, но аз искам да подчертая два пункта от общо значение, които са валидни практически за всяко физическо измерване.

Състоянието на нещата, върху които се разпрострях малко повече, често се представя, като се казва, че колкото по-прецизна става измервателната техника, толкова повече наблюдателят бива постепенно изместван от апаратурата. Но това със сигурност не е вярно за настоящия случай; той не се измества постепенно, а още от самото начало е така. Опитвах се да обясня, че цветното възприятие на наблюдателя не дава ни най-малък намек относно физическата природа на явлението. Техниката на решетката, на измерването на определени дължини и ъгли трябва да се използва, преди да сме получили даже най-приблизително качествено знание относно това, което наричаме обективна физическа природа на светлината и на нейните физически компоненти. И именно това е съществената стъпка. А това, че впоследствие устройството постепенно бива усъвършенствано, макар че по същество остава същото, от познавателна гледна точка е несъществено, колкото и големи да са подобренията в апаратурата.

Вторият пункт е, че наблюдателят никога не е изцяло заменен от апаратурата; защото ако това ставаше, той очевидно никога не би могъл да получи каквото и да било знание. Той трябва да е конструирал апаратурата и трябва – било докато я създава, било след това, – внимателно да е измерил нейните размери и да е проверил движещите ѝ се части (например подпорно рамо, въртящо се около конично острие и плъзгащо се по кръгова скала на ъглите), за да е сигурен, че движението е точно онова, което е нужно. Вярно е, че за някои от тези измервания и проверки физикът ще зависи от фирмата, която е произвела и доставила уреда; и при все това цялата тази информация в крайна сметка се свежда до сетивните възприятия на някакъв жив човек или на хора, колкото и да са остроумни приборите, които се използват за наблюденията. *Най-после* при използването на апаратурата за своите изследвания наблюдателят трябва да отчита показанията, независимо дали това са преки показания за ъгли или за разстояния, измервани под микроскоп, или между спектрални линии, запечатани на фотографска плака. Множеството уреди могат да облекчат тази работа; такъв е например фотометричният запис, който дава увеличена диаграма, от която положенията на спектралните линии лесно се отчитат. Но те трябва да се отчитат! В крайна сметка трябва да се намесят сетивата на наблюдателя. Без да бъде разчетен, и най-щателният запис не може нищо да ни даде.

Така че ние отново идваме до това странно положение на нещата. Докато прякото сетивно възприятие на явлението не ни говори нищо относно неговата обективна физическа природа (или това, което обикновено наричаме така) и затова трябва да бъде изключено още от самото начало като източник на информация, все пак теоретичната картина, която в крайна сметка получаваме, почива изцяло върху сложна поредица от различни информации, всяка от които е получена посредством пряко сетивно възприятие. Тази картина е построена върху тях, тя е сглобена от тях и при все това в действителност не може да се каже, че ги съдържа. Когато използваме картината, ние обикновено забравяме за тях с изключение на най-общата представа, че нашата идея за светлинна вълна не е приумица на някой смахнат, а е основана на експеримента.

Бях изненадан, когато открих за себе си, че това положение на нещата е било ясно разбрано от великия Демокрит през петия век пр.н.е., който изобщо нищо не е знаел за физическите измервателни уреди, подобни на тези, за които разказах тук (и които са едни от най-простите в наше време).

Гален (130-200, гръцки лекар и писател. – *бел. прев.*) е запазил за нас един фрагмент, в който Демокрит представя интелекта (*διανοία* – ум, разум. – *бел. прев.*) в спор със сетивата (*αἰσθησις* – усет, сетиво. – *бел. прев.*) относно това кое е “реално”. Първият казва: “Привидно има цвят, привидно сладост, привидно горчивина, а в действителност само атоми и пустота”, на което сетивата отвръщат: “Бедни интелекте, наистина ли се надяваш да ни победиш, след като от нас взимаш своите доказателства? Твоята победа е твое поражение”.

В тази глава се опитам с помощта на прости примери, взети от най-скромната от науките – физиката, – да противопоставя два общи факта: (а) че цялото научно познание се основава на сетивното възприятие и (б) че при все това формиралите се по този начин научни възгледи за природните процеси не съдържат сетивните свойства и поради това не могат да ги обяснят. Нека в заключение да направя една бележка от общ характер.

Научните теории позволяват да се улесни описанието на нашите наблюдения и експериментални открития. Всеки един учен знае колко трудно е да се запомни една умерено голяма група от факти, докато не бъде създадена дори най-примитивна теоретична картина за тях. Поради това не е никак чудно и по никакъв начин не трябва да се вменява като вина на авторите на оригинални статии или на учебници, че след като е създадена вътрешно съгласувана теория, те не описват голите факти, които са открили и които искат да представят на читателя, а ги обличат в терминологията на тази теория или теории. Тази процедура, макар да е твърде полезна за представяне на фактите в добре подредена схема, води до заличаване на

различието между реалните наблюдения и възникналата от тях теория. И тъй като първите винаги притежават някакво сетивно описание, лесно се приема, че теориите описват сетивни свойства; а това, разбира се, те никога не правят.

КРАЙ

Превод: **Михаил Бушев**

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