

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

ТОМ XXXIII, КН. 2, 2010 г.

Издание на Съюза на физиците в България

http://old.inrne.bas.bg/wop/wop_2_2010/

(със спомоществателството на Българска академия на науките)

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Нъшан Ахабабян <ahabab@inrne.bas.bg>

ЗАМЕСТИНИК ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Михаил Бушев <m_bushev@abv.bg>

ОТГОВОРЕН СЕКРЕТАР

Милен Замфиров <worldofphysics@abv.bg>

ЧЛЕНОВЕ

Валери Голев <valgol@phys.uni-sofia.bg>

Георги Граховски <grah@inrne.bas.bg>

Динко Динев <dinnet@inrne.bas.bg>

Людмил Вацкичев <Lyuvats@phys.uni-sofia.bg>

Никола Балабанов <Balaban@pu.acad.bg>

Олег Йорданов <oleg.yordanov@gmail.com>

Светослав Рашев <rashev@issp.bas.bg>

Ганка Камишева <gkamish@issp.bas.bg>

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАР

Снежана Йорданова <upb@phys.uni-sofia.bg>

ВОДЕЩ БРОЯ: Светослав Рашев

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Nashan Ahababjan

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Michael Bushev

EXECUTIVE SECRETARY

Milen Zamfirov

MEMBERS

Valeri Golev

Georgi Grahovski

Dinko Dinev

Liudmil Vatzkitchev

Nicola Balabanov

Oleg Yordanov

Svetoslav Rashev

Ganka Kamisheva

TECHNICAL SECRETARY

Snejana Iordanova

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

1164 София,
Бул. Джеймс Баучер № 5

☎ 862 76 60

e-mail: worldofphysics@abv.bg

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,
1164 Sofia

ПРЕДПЕЧАТНА ПОДГОТОВКА: Д. Денчева

Дадена за печат на 3 юни 2010 г.

ПЕЧАТНИЦА "ГИТАВА" — СПОНСОР НА "СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА"

бул. Цариградско шосе 72

ISSN: 0861-4210

науката

ГЕОФИЗИЧНИТЕ СРЕДИ В ЗЕМНОТО ЯДРО И МАНТИЯ КАТО КОНДЕНЗИРАНА МАТЕРИЯ

Иван Лалов

Както и в земната кора, кондензираните среди са основната форма на веществото на твърдата земя – до нейния център. По принцип те не се отличават по основните си характеристики от останалите типове кондензирани среди, които съставят неживата природа. Те показват диелектрични и полупроводникови свойства – в мантията – или свойства на течни или твърди метали в земното ядро. Основните различия произтичат от особените условия, които съществуват в недрата на Земята, по-специално, много високите налягания, които в центъра на Земята достигат до 3,5 милиона атмосфери, и високите температури, които в земното ядро достигат температурата на Слънчевата повърхност (около 6000 К, а според някои модели и повече).

Основните методи за изследване на строежа на Земята са свързани:

а/ с изследване на разпространението на сеизмичните вълни, които имат различни скорости в различните части на Земята;

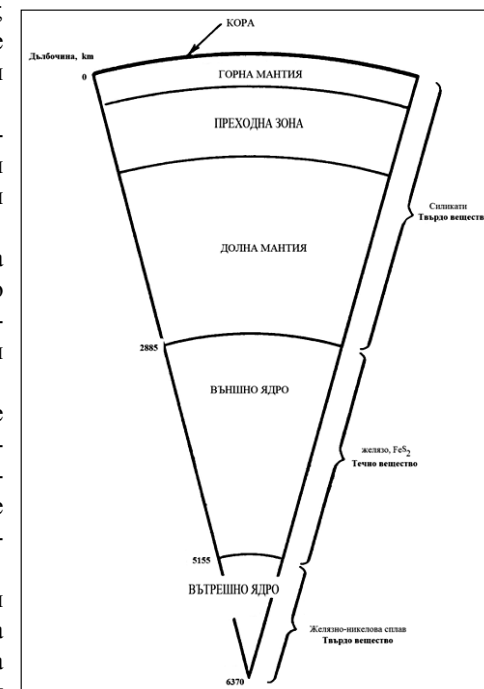
б/ изследване на магнитното поле на Земята в съвременността и в древни геологични епохи (палеомагнетизъм);

в/ изследване поведението на вещества със същия състав, както мантията и ядрото на Земята, при високи налягания (специално при взривове);

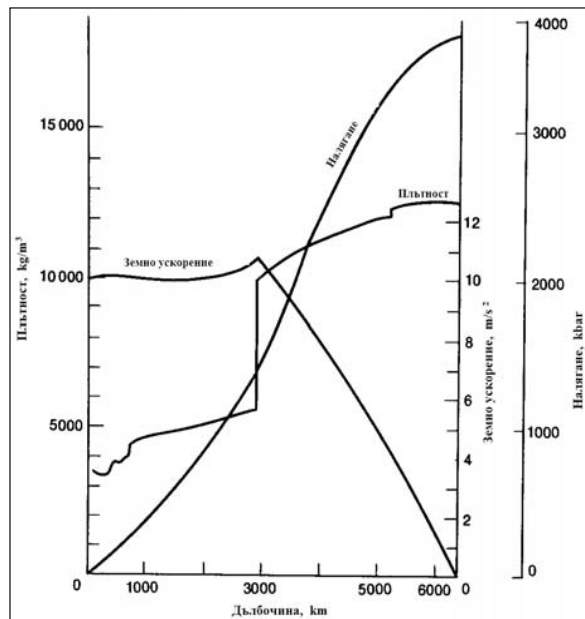
г/ широко използвани методи са свързани с изучаването – теоретично и експериментално – на модели на явленията и процесите в отделните части на Земята.

В по-нататъшното изложение ще разгледаме някои свойства на кондензираните среди в земната мантия и в земното ядро. По-слабо ще се интересуваме от кондензираните среди на континенталната и океанската кора.

Основните области на секторен разрез на земното кълбо са дадени на фиг. 1. Под земната кора с дебелина няколко десетки километра се намират трите слоя на мантията с обща дебелина



Фиг. 1. Секторен разрез на земното кълбо



Фиг. 2. Земното ускорение, налягането и плътността като функция от дълбочината от повърхността до центъра на Земята

зависимостта на налягането, плътността и земното ускорение (в модела на Андерсон и Харт от 1976 год.), дава фиг. 2. Докато налягането монотонно расте с дълбочината [до споменатите около 3,6 милиона бара (1 бар $\approx$ 1 атмосфера)], то плътността рязко нараства на границата между мантията и на границата между мантията и ядрото, а в самото ядро плътността е почти постоянна. Поради тази причина земното ускорение в ядрото е почти линейна функция от разстоянието до центъра на Земята.

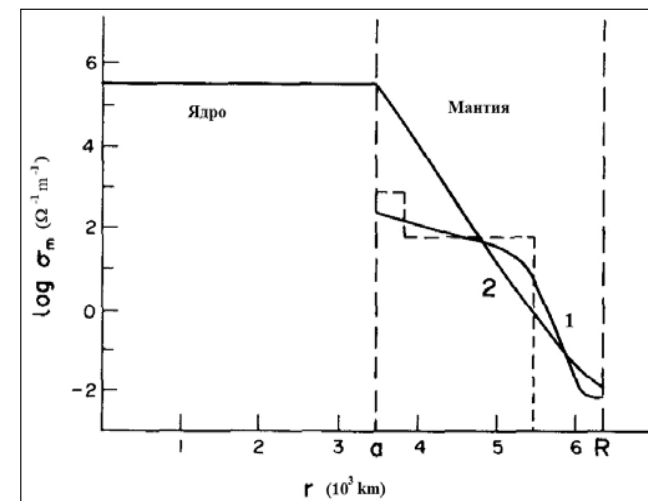
Мантия. Мантията заема около 84% от обема на земното кълбо и 69% от неговата маса (средна плътност на мантията около $4,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, средна плътност на земята $5,52 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$). Тя се подразделя на три основни зони – горна мантия, преходна зона и долна мантия¹. Широко прието е схващането, че химичният състав на мантията не е съществено различен в тези три части, но минералите, които съществуват и определят свойствата на отделните части, са различни. Химичният състав е подобен на състава на минерала лерцолит, който на земната повърхност съдържа 60% оливин

¹ През последните години с развитие на идеите за структурата на минералите, които съставят отделните части на мантията, преходната зона се определя като средна мантия, която обхваща по-големи дълбочини от показаните на фиг. 1, а между горната и средната, както и между средната и долната мантия, се въвеждат разделителни зони I и II.

(Mg_2SiO_4), 30% пироксен (MgSiO_3) и 10% полски шпат ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$). В най-горните 30 км на мантията, където тя контактува с континенталната и океанската кора, температурните градиенти са много високи (няколко десетки K/km) и материалът частично е в състояние на стопилка. Стопилката има намален вискозитет и това обуславя възможността твърдият слой от земната кора, наречен литосфера, да образува плочи, които могат да се движат върху стопилката. Онези части от граничния слой между мантията и земната кора, които са в твърдо състояние, при съответната температура и налягане изпитват пластични деформации и могат да протичат, да се разпльзват. Това също създава условия за движение на континенталните и океански плочи. Дебелината на полутечния или протичащ слой, наречен астеносфера, разположен под литосферата, е от сто до няколкостотин километра. На дълбочина около 400 км и повече в резултат от фазови преходи (при повишените налягания) се извършва промяна на кристалографската структура в структура от типа на гранати и шпинели, при което се повишава плътността, а още по-дълбоко в перовските и др. структури. Долната мантия се състои от комплексите MgAl_2O_4 и MgSiO_3 , а също – калциев ферит (CaFe_2O_4).

Силикатите, които съставят мантията, при стайна температура са диелектрици, но с повишаване на температурата се превръщат в полупроводници. Основният тип проводимост в горните слоеве на мантията е примесна проводимост, която при 1000°C за оливина има стойност $10^{-2} \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ (при медта $\text{Cu} \approx 10^{-2} \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$). Обаче при по-високи температури, започва да се проявява електронна (собствена) проводимост, която в преходната зона и в долната мантия достига $100^2 \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ поради нарастването на температурата и частично поради фазовите превръщания на веществото. Ще споменем, че минералите от горната мантия притежават и йонна проводимост, която е особено силна в слоя на дълбочина 75-100 км, но на по-големи дълбочини високите налягания силно снижават йонната проводимост. Логаритмичният ход на проводимостта с дълбочината е показан на фиг. 3.

Според новите данни за структурата на някои вещества при високи налягания, на дъл-



Фиг. 3. Зависимост на електричната проводимост на частите на мантията и ядрото

бочина под 1700 км е възможна промяна на йонно-ковалентните връзки в Mg-силикати в метални връзки, а от дълбочина 2200 км са възможни електронни преходи в атомите на желязото на по-ниски електронни орбити.

Температурата на топене на скалните породи, които съставят мантията, нараства с налягането и от около 1100° С на земната повърхност достига 2000° С на дълбочина 350 км. При това температурата на топене нараства по-бързо с налягането в дълбочина и самата температура на мантията се оказва по-ниска, а съответните породи се втвърдяват. По тази причина под полутечния слой в астеносферата на дълбочина под 250-300 км мантията е в твърдо състояние и в нея могат да се разпространяват напречни механични (сеизмични) вълни, каквито в течни кондензирани среди не съществуват. Известната ни от изригванията на вулканите магма се образува в горната част на мантията на дълбочина около 60-70 км, най-често на границата на плочите.

По оценки на хода на температурата в дълбочина, направени по електропроводимостта, за горната и долната част на преходната зона се получават стойности съответно 2000 К и 3000 К, а на границата мантия-ядро – около 4500 К. Но тези оценки не са съобразени с нарастването на проводимостта поради фазовото превръщане оливин (в горната мантия) – шпинел (при по-високи налягания). Тези стойности показват, по тази причина, по-скоро завишени горни граници на температури.

Основните източници на топлинна (вътрешна) енергия в мантията са две:

а/ енергията, излъчена при радиоактивните разпадания. Радиоактивните елементи са разпространени повече в горната мантия;

б/ нагряване на мантията от земното ядро, като притокът на топлина към мантията е неравномерен поради процесите на конвекция, които се реализират във външното ядро.

Ядро. Както вече споменахме, ядрото на Земята има радиус около 3470 км и се състои от тежки метали, от които най-голям процент е желязото. Ядрото заема около 16% от обема на Земята, а неговата маса е 31% от масата на Земята (средна плътност $10,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$). Вътрешното ядро е твърдо, с радиус 1250 км, и освен желязо то съдържа 10-20% Ni. Външното ядро представлява течен слой с дебелина над 2000 км, като неговата граница с мантията лежи на дълбочина около 2900 км и е определена по данни от времето за разпространение и отражение на сеизмичните вълни от границата на ядрото. Химичният състав на външното ядро е смес от желязо, железен сулфид FeS и около 2% Ni. Причината за разделянето на ядрото на течна и твърда част е аналогична на ефекта на налягането върху температурата на топене, както при горната мантия: с нарастване на налягането към центъра на Земята, температурата на топене нараства по-бързо отколкото температурата на централните слоеве. Поради това те се намират в твърдо състояние, докато слоевете над тях са течни. Разбира се, различната температура и налягане на вътрешното и външното ядро определят и разлика в плътността, която в течната част е около $9,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, а във вътрешното ядро – около $12,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Течното състояние на външното ядро се потвърждава от липсата на т.нар. S-вълни в него (напречни сеизмични вълни). По-ниската температура на топене е свързана с ефекта на евтектичната смес Fe-FeS, при която, както при всички евтектики, темпера-

турата на топене на сместа е по-ниска от тази температура за всяка от компонентите. При налягането на границата мантия-ядро (около $1,4 \cdot 10^6$ бара), тази температура за евтектиката е приблизително 2000°. Наличието на евтектика Fe-FeS е една от причините да се приеме същата като съставен елемент на външното ядро, а не силиция Si, който не създава такава евтектична смес с желязото.

Течното състояние на външното ядро е фактор за конвекционни токове в него, които, от своя страна, пораждат земния магнетизъм. Електричната проводимост на ядрото има метален характер (колективизирани валентни електрони) и се оценява като почти постоянна, със стойност

$$\sigma \approx 5 \cdot 10^5 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}.$$

Еволюцията на ядрото остава дискуссионна, но се смята, че първоначално цялото ядро е било в разтопено състояние. Ядрото започва постепенно да изстива чрез процеси на топлопроводност в мантията, при намаляването на източниците на топлина. При това вътрешното ядро кристализира, като образува желязно-никелова сплав, обхващала голяма част от наличния Ni. Поради наличието на по-голям процент желязо във външното ядро, отколкото е точното съдържание на евтектиката Fe-FeS, процесът на кристализация на желязото продължава и сега, докато обхване цялото количество никел в желязно-никелова сплав. Макар да няма единно мнение, смята се, че процесът на нарастване на вътрешното твърдо ядро ще продължава до достигане на точното съотношение на компонентите Fe и FeS, характерно за евтектиката при съответното налягане. С по-нататъшното изстиване, ще започне кристализация (втвърдяване) на самата евтектична смес.

Произход на земния магнетизъм

Магнитното поле на Земята се поражда от конвекционни токове във външното ядро. В първо приближение, магнитното поле може да се опише като поле на огромен магнитен дипол (още Джилбърт през 1600 год. говори в книгата си за експерименти по електричество и магнетизъм, за “големия магнит – Земята”). Изследванията на палеомагнетизма (например, по състоянието на намагнитеност на различни скални породи в момента на тяхното втвърдяване), позволяват да се твърди, че посоката на магнитното поле на Земята претърпява инверсия, т.е. периодично се преобръща. В съвременността този период е около 200000 години, макар по-малки периодични промени, без промяна на посоката на магнитното поле, да са констатирани с период 8000 години.

От 40-те години на 20-ти век, за източник на земния магнетизъм се смята т.нар. геомагнитно динамо, което действа в течното ядро. В теорията на динамото се показва, че слабо външно магнитно поле може да индуцира ток в намотка, която се върти в полето. Този ток при определена конфигурация може да усилва външното магнитно поле и процесът на самовъзбуждане на динамото може да продължи, разбира се, при наличие на източник на енергия, който да поддържа въртенето на намотката. По аналогичен начин движенията в течното външно ядро могат да причинят силни индукционни токове, възбудени, например, от слабото магнитно поле на Слънцето.

Напомниме, че ядрото има значителна проводимост, която улеснява процеса на самовъзбуждане на геомагнитното динамо. Тези токове усилват магнитното поле, което е причинило началната електромагнитна индукция и този процес на самовъзбуждане на индукционни токове и магнитно поле може да продължи. По-точните пресметания показват, че конвекционните или други движения не могат да задействат динамото, ако имат осева симетрия. Естествено възниква въпросът за енергията, която “захранва” динамото. Очевидно, задачата изисква съвместно разглеждане на уравненията на електромагнитното поле и хидродинамиката.

Във всеки случай, в течното ядро съществуват взаимно свързани токови контури, които взаимодействат помежду си. По тези контури протичат индукционните токове, генериращи земното магнитно поле. Контурите са свързани, по всяка вероятност, с въртенето на Земята. Така можем да обясним близостта на оста на въртене на Земята и оста на земното магнитно поле.

Както се вижда от теорията на геомагнитното динамо, за да се възбужда и поддържа магнитното поле на Земята, са необходими електрични токове във външното ядро. Омовото съпротивление на ядрото е причина за отделяне на Джаулова топлина и това представлява основен канал, по който се изразходва енергията, необходима за поддържането на магнитното поле. Два са основните въпроси, които се поставят при енергетичното разглеждане: какъв е източникът на енергията, който поддържа конвекционните токове, и каква част от енергията на източника се превръща в енергия на магнитното поле, т.е. какъв е к.п.д. на тези процеси?

Пресметнато е, че мощността, необходима за генериране на земното магнитно поле е от 10^9 до 10^{11} W (като по-вероятна изглежда по-високата стойност). Два са най-вероятните източници на такава енергия: а/ загряване на ядрото поради отделяне на топлина при радиоактивни разпадания; б/ гравитационна конвекция, свързана с формиране на ядрото, при което тежки елементи като Ni конвектират към центъра на Земята, а леки елементи се отдалечават от центъра.

Най-вероятният радиоактивен изотоп, който може да осигури значително количество топлина, е ^{40}K . Проблемът е достатъчно ли е неговото количество в първоначалното вещество на Земята, за да осигури при период на полуразпадане около 1300 милиона години енергията, необходима за работата на геомагнитното динамо? При това к.п.д. на такава топлинна конвекция с превръщане на топлинната енергия в механична енергия на движещите се части във външното ядро е сравнително нисък – по най-оптимистични оценки няколко процента (по-вероятно около 1%). Протовеществото, от което е възникнала Земята, едва ли е съдържало необходимото количество ^{40}K . Ще споменем, обаче, едно благоприятно обстоятелство – земните слоеве, особено в мантията, имат голяма топлинна инертност, т.е. изстиването на земното ядро е сравнително бавен процес, поради ниската топлопроводност на скалните породи на мантията, които имат качества на диелектрици (или полупроводници).

Вторият механизъм е на т.нар. гравитационна конвекция. При кристализацията на

вътрешното ядро, по-тежки фракции се насочват към неговия център, а по-малки, вкл. обогатени със S, се насочват към горната граница на външното ядро. По такъв начин в него се създават потоци на движещи се маси вещество с превръщане на гравитационната енергия в кинетична. К.п.д. на такава трансформация е много висок (≈ 1). Ще споменем, че при кристализацията на външното ядро се отделя т.нар. скрита топлина (подобно на фазовия преход вода-лед), а от друга страна, самите индукционни токове във външното ядро го загряват. При тези обстоятелства, и топлинната конвекция има принос за осигуряване работата на геомагнитното динамо, макар гравитационната конвекция да изглежда по-вероятна и съществена.

Топлинни източници и топлинен баланс

При енергетичния анализ на процесите на възбуждане на земното магнитно поле бяха споменати двата основни източници на енергия в земното ядро: радиоактивните процеси и отделянето на гравитационна енергия и скрита топлина при кристализацията на вътрешното ядро. Анализирани са и други възможни източници на енергия, които могат да причинят загряването на Земята при образуването на нашата планета и след това до съвременността. Най-важният източник на енергия на земната повърхност – Слънцето – влияе върху температурата на атмосферата и на недълбок слой от континенталната кора и океанската повърхност. Енергията на Слънцето, достигнала до Земята, се излъчва изцяло обратно в Космоса. Ще споменем другите възможни източници на енергия в земните недра: а/ топлина, отделена при образуването на Земята от превръщането на кинетичната енергия на частиците, които се привличат и падат върху първоначално образуваната планета. Тези частици имат значителна кинетична енергия, но след удара със Земята голяма част от енергията се излъчва в околното пространство, а само малка част – по оценки това са части от процента – се предава чрез възбудените еластични вълни в дълбочина. По-съществен принос в отделянето на топлина може да даде последващото адиабатно свиване (без приток на топлина отвън) на новообразуваните земни слоеве. Тези процеси се отнасят към периода на формиране на Земята и биха могли да увеличат температурата в централното ядро с около 900° ; б/ трансформация на енергията на околоосното въртене на Земята. Поради приливите, които привличането на Луната (и по-слабо на Слънцето) поражда върху водните маси и върху твърдите земни слоеве, въртенето на Земята се забавя. Предполага се, че при формирането на Земята денонощието е било по-късо от 10 часа (а може би дори два до четири часа). Забавянето е свързано с превръщането на кинетичната енергия на въртенето в топлинна, която би могла да повиши температурата на планетните слоеве с около 2000° , ако цялата енергия се трансформира в дълбочина. Обаче този ефект би бил значително по-слаб, ако енергията на околоосното въртене се трансформира в топлинна в плитководни морета и океански води, които са и най-чувствителни към приливите.

Безспорно най-важното явление, определило развитието на геофизичните процеси, е образуването на земното ядро, при което температурата на земните слоеве

се е повишила с няколко хиляди градуса. Дълговременни източници на енергия са радиоактивните изотопи, разпределени неравномерно, особено в горната мантия и в земната кора. Съвременните измервания на общия топлинен поток, излъчван от цялата земна повърхност (без преизлъчвания слънчев поток), показват стойности около 10^{21} джаула (J) за година. Приблизително такъв е и притокът на енергия от радиоактивните разпадания. Разбира се, преди няколко милиарда години (ще споменем, че по съвременните схващания възрастта на Земята е 4,6 милиарда години), радиоактивните процеси са били няколко пъти по-интензивни. Поради намаляването на количеството разпадащи се материали в съвременността – при период на полуразпадане за дългоживущите изотопи от един до няколко милиарда години, техният енергетичен принос към затоплянето също намалява. За периода на развитие на Земята, поради намаляване на притока на енергия, температурата на Земята е спаднала с около $1000^{\circ} - 2000^{\circ}$ (по различни оценки).

Любопитен факт е приблизително еднаквия топлинен поток над континентите и океаните, въпреки различната концентрация на радиоактивни изотопи, която в континенталната кора значително превишава концентрацията им в океанската кора.

Един от главните фактори на пренос на енергия от горната мантия към земната кора и околното пространство е магмата, която излиза от дълбочина 60-100 км на земната повърхност при изригването на континентални и подводни вулкани. Както вече споменахме, разтопената земна маса съвсем не е характерна за цялата мантия, а само за определени части от слоя в горната мантия.

Заклучение

Усложнените физични условия във вътрешността на Земята – повишаваща се температура и налягане с приближаване към нейния център – не изменят основните характеристики на веществата, които съставят нашата планета. Земята е съставена от различни форми на кондензирани среди с характер на диелектрици в мантията и проводници в земното ядро. В това отношение земните недра и земната кора имат единна структура и, като кондензирана материя, са сравнително редки обекти във Вселената, в която около 99% от веществото е във форма на плазма. Високите налягания в ядрото променят междоатомните разстояния, които могат да намалеят с около 23%. Те могат да променят частично и електронния строеж, като електрони могат да преминат от по-външна към вътрешна орбитала, ако има свободни места за електрони. Например, като скъсяват междоатомните разстояния Si-O, високите налягания променят близкото подреждане в минералите на мантията, което от тетраедрично подреждане на Si-атоми, характерно за полупроводниците, се трансформира в структури от Si-октаедри. Но нито атомите, нито кондензираните среди, които те съставят, не променят екзотично своя строеж, както би било при екстремални условия на други обекти във Вселената, както е, например, при неутронните звезди.

Изследванията на строежа на Земята имат бурно развитие през втората половина на 20-ти век и досега, свързано с развитието на наблюдателните и експериментални

методики и с интензивните теоретични изследвания на твърдата Земя във всичките ѝ слоеве.

Забележителните факти за свойствата на кондензираните среди, които съставят земната мантия и ядро, представляват важен дял от геофизиката. Ще споменем накратко някои съществени данни:

1/ Противно на установените популярни схващания за преобладаваща стопилка на слоевете под земната кора, голям обем от мантията и цялото централно ядро на Земята са твърди. В разтопено (течно) състояние е определен слой от горната мантия и външното ядро, което представлява евтектична смес Fe-FeS.

2/ Земното кълбо се намира в относително стабилно състояние, определено от баланс между постъпващата и излъчвана енергия. Нивото на температурите в различните земни слоеве се поддържа и от относителната топлинна инертност на земната мантия с нейната слаба топлопроводност, определена от молекулни (а не електронни) механизми на пренос на енергия в диелектрици.

3/ Макар да представлява дискуссионен проблем, вероятно формирането на вътрешното твърдо ядро продължава. Интересна е цялата история на развитието на твърдата земя като геоложка и минералогична структура.

4/ Много интересно като физика е описанието на земното магнитно поле и обяснението на неговото възбуждане и поддържане чрез геомагнитното динамо. Бъдещото поведение на земното магнитно поле в по-близък или в по-далечен период представлява важен фактор за живота на Земята поради защитното действие на земното магнитно поле от йонизиращи лъчения от заредени частици със слънчев или космически произход.

Специален интерес представлява геофизиката на земната кора (отново като кондензирана материя), вулканичната дейност, земетресенията, взаимодействия между кората и мантията, движенията на континенталните плочи и др., които засягат непосредствено нашата околна среда.

Благодарности

Авторът благодари на проф. дфзн Г. Тенчов за литературните източници и предоставената литература по темата.

Литература

G.C.Brown, A.E.Mussett, The inaccessible Earth, George Allen, London (1981); превод на руски: Д. Браун, А. Массет, Недоступная Земля, Мир, Москва (1984).

M.H.P.Bott, The interior of the Earth, E.Arnold, London (1971); превод на руски: М. Ботт, Внутреннее строение Земли, Мир, Москва (1974).

P.Melchior, The physics of the Earth's Core, Pergamon, Oxford (1986).

В.Н.Жарков, Внутреннее строение Земли и планет, Наука, Москва (1983).

G.N.Tenchov, Bulg.Geophys. J. 28 (2002), 69.

Д.Ю.Пушаровский, Успехи Физ. Наук, 172 (2002), 480.

МЕГАЛИТИТЕ В БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ ПОГЛЕДА НА ЕДИН ФИЗИК

Любомир Цонев,
Димитър Колев

I. УВОД

Засега не съществува единна общоприета терминология за мегалитните обекти. Ще предложим тук една незадължителна, но удобна класификация. В новокаменната и бронзовата епоха в редица райони по света местните обитатели създават *скално-насочена култура*. В своя по-стар слой тя се изразява в почитане на специфични готови *природни скални форми*, а по-късно се насочва към създаване на паметници. Най-напред ги делят в скалите с помощта на по-твърди каменни или бронзови оръдия на труда – т.нар. *скално-изсечени паметници*. Впоследствие на много места се появяват самостоятелни градежи от огромни и грубо отцепени или одялани скални блокове във вид на стълбове или плочи – *мегалитни обекти*. Мегалитните обекти са принципно два вида: *менхири* с техните вариации и комбинации и *долмени* с техните вариации и комбинации. Може да се говори както за *чисти* (менхири, долмени и производните им), така и за *смесени мегалитни обекти*. Смесването се изразява във факта, че наред с типичните мегалитни елементи обектът може да съдържа или скално-изсечени елементи или участващи от класическо сухо зидане от относително малки каменни късове.



Фиг. 1: Типове паметници от скално-насочена култура

Менхирите са стълбовидни каменни блокове, забити в земята без контакт помежду си. Те се срещат както индивидуално, така и в групи: *редици* (множество менхири, подредени в права линия), *кромлехи* (множество менхири, забити в кръг), *решетки* (множе-

ство менхири, подредени по възлите на двумерна решетка). Съществуват и комбинирани менхирни обекти – например, редици и кромлех.

Долмените са по-сложни конструкции, в чиято основа е закрепването на една плоча (покрив) хоризонтално над земята. Различават се по вида на поддържащите елементи. Наблюдават се *три основни типа прости долмени*: „маса“ (плочата се поддържа от 4 камъка, подобни на краката на маса); „камера“ (плочата се поддържа от 2, 3 или 4 плочи, забити вертикално в земята, така че се образува своеобразна едропанелна стая); „цилиндър“ (носещите стени са повече от 6-8 и са относително по-тесни, а понякога дори са зидани от доста големи дялани блокове).

Тези три базови конструкции търпят развитие чрез усложняване, например: долмени от две камери, долмени от 1 или 2 камери с входен коридор – дромос, долмени с много дълъг коридор – т.нар. коридорни гробници; двойки долепени долмени, огромни долменни храмове, каквито се срещат на островите Малта, Сардиния, Майорка.

Мегалитни обекти се срещат в изключително многобройни райони на земята: Европа и Средиземноморието, Централна Индия, Югоизточна Азия и Индонезия, Северен Китай, Южна Корея, Южна Япония, Западна Африка. Върху основата на непряка датировка (стило-



Фиг. 2: Менхири – индивидуални и групирани



Фиг. 3: Индивидуални менхири в България



Фиг. 4: Групи менхири в България до Плиска



Фиг. 5: Два кромлеха в България



Фиг. 6: Типове прости долмени



Фиг. 7: Долмен тип „маса“ – най-много в Западна Европа (у нас има поне 2)

ви белези, С-14-метод), която е извършвана най-вече в Западна Европа, се смята, че мегалитите са създавани в периода от IV до I хилядолетие преди Христа.

В големия район, който може да се опише като Европейско-средиземноморски, се наблюдават три големи групи мегалити: (А) Западна Европа/Скандинавия, Дания, Германия, Франция, Испания, Португалия, Балеарските острови, Малта, Сардиния, Южна Италия/; (Б) Югоизточна Европа/Източната половина на Балканския п-в – България, Турция, Гърция/; (В) Източна Европа/Западен Кавказ – Южна Русия/. Първата група е най-многочислена.

В настоящата статия ще коментираме само *Балканската група мегалити*. Те са поделени в днешните територии на три съседни държави. Ще опишем накратко техния брой, състояние и местоположение. Най-много мегалити има в България.

Смисълът, влаган в мегалитните съоръжения от техните строители и съвременници, не е ясен. Навярно той не е бил един и същ навсякъде и винаги. Изказвани са различни хипотези, които, обаче, нито са общовалидни, нито са коректно доказуеми. Твърде вероятно е ролята на мегалитните паметници да



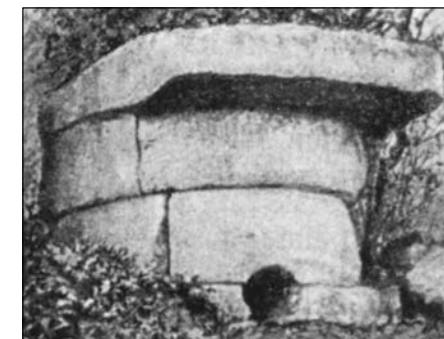
Фиг. 8: Долмен тип „камера“ (с. Изворово, Сакар пл.) – в цяла Европа



Фиг. 9: Долмен тип „камера“ (с. Голям Дервент, Западна Странджа) – в цяла Европа



Фиг. 10: Долмен тип „камера“ (с. Граничар, Странджа; сн. Л. Калудов) – в цяла Европа



Фиг. 11: Долмен тип „цилиндър“ – само в Кавказ

се е менила в пространството и времето. Запазвали са се, обаче, с удивително постоянство принципите на градежа. В този смисъл би могло да се твърди, че разпространението на идеята за мегалитен градеж е най-старата глобализация, преживяна от света.

Първият принцип гласи: мегалитите не се създават чрез класическото зидане, а чрез групиране и сглобяване на два основни типа градивни елементи – стълбове и плочи.



Фиг. 12: Мегалити по света



Фиг.13: Мегалити на Балканите

Вторият принцип гласи: градивните елементи са толкова големи, че често имат размера на самия градеж, т.е. броят им е минимален.

От физично гледище мегалитните обекти са интересни поне в три посоки.

Първият физичен аспект на мегалитите е свързан с устойчивостта на конструкцията от гледище на статиката – устойчивост на градежа, сглобки между малобройните, но много големи градивни елементи, укрепваща роля на могилиите наоколо и т.н.

Втори физичен аспект на мегалитите е археоастрономията – ориентацията на обектите в някакви специфични посоки, които са астрономически значими:

звезди, съзвездия, Слънце, Луна и т.н. Ориентацията е свързана вероятно с ранна митология или с опити да се създадат календари.

Третият физически аспект на мегалитите е възможността за прякото им датироване. Конвенционалната датировка в археологията е свързана с намерените артефакти. Тя обаче е непряка – датира последното използване на обекта, но не и времето на самото създаване. През 70-те години на XXв. бе предложена датировка чрез термолуминесценция (ТЛ), а малко по-късно и чрез фотолуминесценция (ФЛ) или оптически стимулирана луминесценция (ОСЛ). Отначало и двата метода са замислени за датироване на парчета от изпечена керамика, но около началото на XXI в. група учени модифицират методиката за датироване на древни каменни строежи. Това е пряк метод, който показва самия момент на създаването на градежа. Типичната му грешка е 5-10%.

II. МЕГАЛИТИ НА БАЛКАНИТЕ

II-1. МЕНХИРИ И ПРОИЗВОДНИТЕ ИМ

Менхирите у нас са регистрирани от края на XIX в. от К.Иречек, К. Шкорпил и

Северна България, около Плиска, където е основното им находище (около 700). Те са обединени в неподредени и подредени групи (решетки). Г. Бончев в 1901 г. споменава 2 индивидуални до с. Овчарово в Сакар пл., от които до днес е оцелял само единият. Шкорпил означава побитите каменни блокове край Плиска с извънзаучното наименование „деватшлари“ (а по-правилно „деваташи“). След доста голямо прекъсване с тях се занимават Ст. Михайлов и В. Бешевлиев. Д.Митова-Джонова споменава за следи от менхирни редици в Трънско и в Плевенско, регистрира и 2 индивидуални менхира в Свищовско. Последното и засега най-подробно археологично проучване на менхирите-деваташи край Плиска е извършено от Р. Рашев в края на 80-те години на XXв. В края на XIX в. менхирите-деваташи са били около 700. През 2009 експедиция в състав Л.Цонев (София), Филип и Рени Апостолови (Шумен) идентифицира около 120 и извърши GPS картиране.

У нас се срещат и кромлехи, макар и рядко – днес само два. В 1998г. Г. Нехризов открива менхир при с. Долни Главанак, Източни Родопи, близо до гр. Маджарово. Той е запазен и днес в много добро състояние. В 2002г. Г.Китов открива втори кромлех край Пловдивското село Старо Железаре, който е уникален – затрупан е бил под могила. За жалост обектът е изоставен и през 2009 вече е практически разрушен. Двата кромлеха съдържат около 50 менхира.

Известни са поне 5 каменни кръга, които са квази-мегалитни структури, но не са същински, класически кромлехи. Техните градивни елементи не са менхири. Единият е бил открит северно от тракийския град Кабиле, Ямболско, но е унищожен от строеж на автомагистрала. Другият се намира все още запазен до границите на резервата Яйлата, северно от нос Калиакра. Трети обгражда гробница в Северен Сакар, до с. Българска поляна. Четвърти обгражда долмена при с. Железино, Ивайловградско. Пети се намира южно от Тополовския проход на границата между Западни и Източни Родопи.

Можем да обобщим, че днес, в началото на XXI в., у нас едва ли има повече от 200 менхира – самостоятелни или в комбинации. Поне половината са съборени, счупени и са били премествани.

К. Шкорпил и Ст. Михайлов разглеждали менхирите-деваташи като много стари праисторически паметници, подобни на западноевропейските менхири, т.е. поне от II хилядолетие пр. Хр. Официалната трактовка (Г.Фехер, В. Бешевлиев, Р.Рашев) ги обявява без убедителни доказателства за български паметници от ранното средновековие VII-VIII в. Това твърдение се основава главно върху близостта им до древното селище Плиска, което се смята за първата българска столица. Българската специфика на групите менхири-деваташи, обаче, се поставя под въпрос от простия факт, че точно от Одрин, в западните поли на турска Странджа съществува и друго подобно находище от многобройни групирани менхири, чийто брой може да се оцени поне на 1000. В Гърция са открити 4-5 индивидуални менхира в южната част на страната.

II-2. ДОЛМЕНИ И ДОЛМЕНОПОДОБНИ ОБЕКТИ

Долмените в България се регистрират и изучават също от края на XIXв. Началото

е поставено от К. Шкорпил, Ст. Бончев и Г. Бончев. По-късно с тях се занимават В. Миков, П. Делев, Ив. Панайотов, Ив. Венедиков, Ал. Фол, а днес Д. Агре и Г. Нехризов.

Докато менхири има както в Северна, така и в Южна България, долмените се срещат само в югоизточния дял от Балканския п-в, в *три типични долменни района*: Странджа, Сакар и Източните Родопи. В началото на XX в. в българските земи са били наброени общо около 700, а в началото на XXI в. две международни експедиции (2006, 2008: Антонио Сезар Гонзалес-Гарсия, Д. Колев, В. Колева, Л. Цонев) оценяват, че са оцелели не повече от 120, разпределени в споменатите 3 планини съответно като 50 – 40 – 20. Извършват и GPS картиране на 81 долмена.

В литературата се съобщава за още 5-6 долменоподобни обекти в България, разположени в *нетипични долменни райони* – Източен Балкан, Централна и Източна Средна гора. Най-северно се намира квазидолменната гробница при с. Врани кон до гр. Омуртаг. Така общият брой на запазените до днес в България долмени и долменоподобни обекти достига около 120.

В Турска Странджа има много долмени, които са разположени северно от меридиана на гр. Лалапаша източно от Одрин. По наша оценка са около 300. Интересното в случая е близкото им съседство с менхирите в същия район. В България такова съседство няма.

В Гърция долмени са известни край селата Руса, Котроня и Кила по южните разклонения на Източните Родопи, стигащи почти до устието на р. Марица. Долмени има и още по-на юг – на о-в Самотраки и на о-в Наксос.

Официалното днешно датиране на долмените в България е непряко – основава се на погребални артефакти, открити в някои от тях, т.е. регистрира не самото построяване, а последното използване. То дава доста късен период: XII-VI в. пр. Хр., което превръща българските долмени в последните, най-младите долмени в целия район на Европа и Средиземноморието.

Сега ще опишем последователно и накратко трите физични аспекта на мегалитите в България.

III. КОНСТРУКТИВНО РАЗВИТИЕ НА ТРАКИЙСКИТЕ ДОЛМЕНИ

Конструктивно долмените се развиват поне по три причини: (а) усъвършенстване на строителните умения; (б) растеж на общественото богатство; (в) развитие на общественото съзнание и митологията, което изисква създаване на по-сложни и естетически оформени съоръжения. Впрочем, по същите причини към 5 в. пр. Хр. строежът на мегалити отмира завинаги по целия свят и се заменя с градежи от квадри (сравнително малки паралелепипедни каменни блокове) или от тухли.

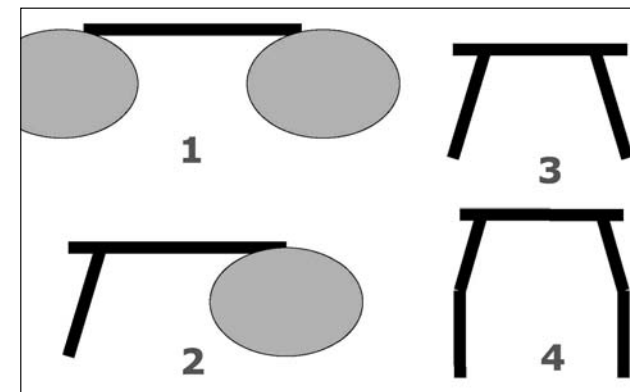
Развитие на долмените в България се забелязва поне в 5 посоки: (1) по вертикала; (2) по хоризонтала; (3) лицевата стена; (4) фасадата; (5) обработката на плочите. Тези критерии ни позволяват да дадем относителна датировка на обектите като приемем,

че с течение на времето строежите се усложняват. В такъв случай можем да твърдим, че по-сложните долмени непременно са по-късни, а простите могат да са както ранни, така и късни (в такъв случай трябва да се вземе предвид качеството, с което са обработени плочите). Да разгледаме накратко описаните критерии.

III-1. РАЗВИТИЕ НА ТРАКИЙСКИТЕ ДОЛМЕНИ ПО ВЕРТИКАЛА

Да се спрем най-напред върху **стените на долмените**.

Долмени тип **1** (напр. в м. Бегликташ, Странджа) и **2** (напр. в м. Евджика, с. Хлябово, Сакар) са т.н. протодолмени и се предполага, че са най-ранни конструкции. Едната или двете надлъжни стени са от матерна скала, а похлупакът и евентуално едната от стените са плочи, дялани от човека. Долмените



Фиг. 14: Развитие на долмените по вертикала

от тип **3** са класически и най-многобройни – всичките им стени са монолитни плочи (напр. в м. Райков чукар, Странджа). Най-сложният и вероятно най-късен вариант са долмените **4** – всяка от надлъжните стени е съставена от две плочи, положени една върху друга като контактуват по страничния си ръб (напр. в м. Бялата трева, с. Българска поляна, Сакар). Вероятно строителите са се стремели да увеличат височината на камерата, но големите плочи се намират и изработват изключително трудно. Затова е предпочетено комбиниране на две плочи по височина. Комбинират се от две плочи само надлъжните стени, но никога предната и задната.

Предполагам, че долмените от тип 1, 2, 3 могат да съществуват достатъчно устойчиво без всякакъв насип наоколо, докато при долмените тип 4 е препоръчително допълнително укрепване с насип. Няма нужда насипът да покрие целия долмен, достатъчно е да покрие поне долната част от страничните стени.

Могилните насипи около долмените заслужават специален коментар. При най-простите долмени няма следи от насип. Голям брой от по-сложните имат частичен насип. Само един единствен е покрит изцяло с могила (в м. Мангъра, Сакар). Тя е разровена едва в началото на XXI в. и то не от ерозия, а от иманярски изкопи. Тогава общата картина на развитието изглежда по следния начин. В периода XII-VI в. пр. Хр. у нас се строят само долмени, които или изобщо нямат или пък имат (по-сложните, вероятно по-късните) само частичен укрепващ насип. В периода VI в. пр. Хр. – II в. се строят само класически тракийски подмогилни храмове или гробници от квадри или

тухли, които винаги са изцяло покрити с могила (Казанлък, Старосел, Мезек, Свещари и т.н.). Тъй като ерозионното рушене на могилите е много бавно в такъв археологичен период (растителността ги предпазва много успешно!), можем да предположим, че идеята за пълно покритие на сакралните обекти се е появила на късен етап в Тракия и се е превърнала в канон едва при държавното консолидиране на одриските племена.

Капакът (покривът) на долмените винаги е от една единствена плоча, т.е. изцяло е монолитен. Това обстоятелство ограничава напречните размери на съоръжението. Капакът има основна заслуга за стабилността на цялата конструкция, понеже страничните стени са наклонени навътре.

Отхлупването прави долмена податлив на ерозия. Повечето долмени у нас днес са отдавна отхлупени и са оцелели само поради простия факт, че с течение на времето след отхлупването вътрешността им е била запълнена с пръст, която е поддържала страничните стени вместо капака. При разкопки археолозите изгребват изцяло запълващата пръст, за да дирят в нея дребни артефакти. За жалост после никога не запълват отново долмена, а освен това и никога не го захлупват отново, дори и капакът му да е запазен някъде наблизо. Така археолозите подпомагат разрушаването на долмените. Явлението, за съжаление, е масово.

Подобна грешка е допусната при разкопаването на кромлеха при с. Старо Железар, Пловдивско. Насипът във вътрешността е бил изгребан изцяло, вътре не е било намерено нищо и накрая – вместо насипът да бъде възстановен поне наполовина, за да се укрепят менхирите, обектът бил изоставен. За няколко години подкопаните из основи каменни блокове са рухнали или хлъзнали в тревата.

На фона на такава немарливост изключително висока оценка заслужава подходът на Р. Рашев при разкопките около менхирите-девташи край Плиска. След завършването на дълбоките разкопки археологът не изоставя обектите беззащитни, а насипва пръстта обратно в изкопите и я трамбова. Така прекрасните древни паметници са останали запазени до ден днешен. Отделен въпрос е унищожаването им от местните хора.



Фиг. 15: Хоризонтална планировка на долмените в Тракия

III-2. РАЗВИТИЕ НА ТРАКИЙСКИТЕ ДОЛМЕНИ ПО ХОРИЗОНТАЛА

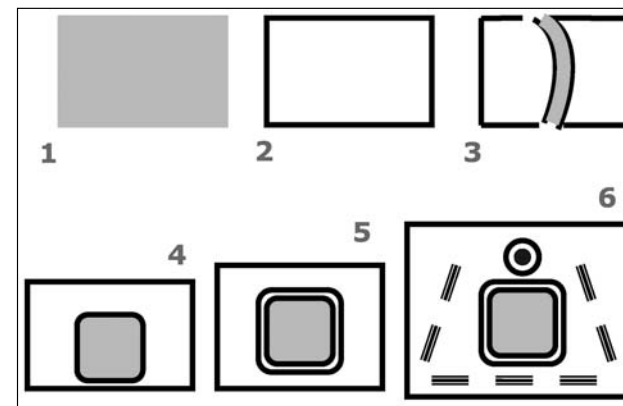
Типовете 0, 1 и 2: само маркират камерата, без да я затварят (напр. в м.Евджика до с.Хлябово, Сакар; в с. Изворово, Сакар; до с. Остър камък, Харманлийско). Такива конструкции са принципно неподходящи за погребения, т.е. такива дол-

мени не могат да изпълняват роля на гробници. Следват по растяща сложност: тип 3 еднокамерен без дромос (напр. до музея в Хасково, пренесен е там от Южен Сакар); тип 4 еднокамерен с дромос, обикновено покрит (напр. в м. Нивите на ДЗС, с.Звездец, Странджа); тип 5 двукамерен без дромос (напр. до музея в Бургас, до с.Белеврен, Странджа); тип 6 двукамерен с дромос – най-сложният единичен долмен в Тракия (напр. с.Голям Дервент, Странджа); тип 7 двойка долепени двукамерни долмени (днес у нас има запазена само една двойка от нееднакви (м.Нъчеви чаири, с.Хлябово, Сакар; до втората половина на XX в. е имало още една двойка, но от еднакви долмени – в Странджа, която била разрушена в 70-те години).

III-3. РАЗВИТИЕ НА ЛИЦЕВАТА СТЕНА НА ТРАКИЙСКИТЕ ДОЛМЕНИ

САМАТА СТЕНА

В най-ранните и примитивни долмени лицевата плоча изобщо няма 1 (напр. с. Изворово, Сакар) или тя е плътна, т.е. в нея изобщо няма отвор 2 (напр. до музея в Хасково, пренесен там от Южен Сакар). Навярно идеята за отвор се появява по-късно. Съществува долмен 3, чийто лицев отвор не е пробиван, а е с форма на неправилен процеп, създаден от две плочи (с.Заберново, Странджа).



Фиг. 16: Лицева стена при долмените в Тракия

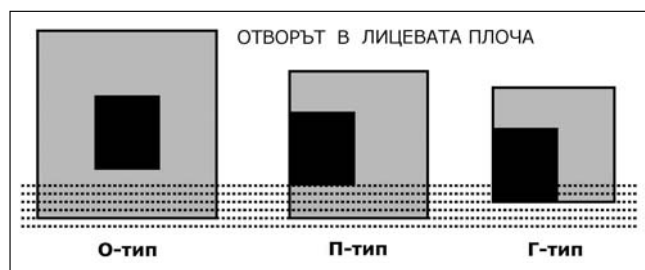
Преобладават долмени 4 с пробит и правилно оформен лицев отвор, най-често правоъгълен, със заоблени върхове (напр. в м. Бялата трева между с.Хлябово и с.Българска поляна, Сакар). Съществуват и долмени 5 с такъв отвор, но украсен по периферията с прекрасен декоративен плитък жлеб (напр. в м.Мангъра, южно от с.Хлябово, Сакар). Според някои археолози жлебът показвал, че отворът някога е бил запушван с каменна запушалка, тапа, чиято периферия е малко по-голяма от отвора и е потъвала в жлеба. Проблемът е там, че никъде никога не са били открити поне парчета от такива тапи; намирани са само до Кавказки долмени. До с. Голям Дервент, Зап. Странджа, Д.Агре изследва в 2007 г. уникален за Тракия долмен 6: той е сложно оформен с художествена каменна резба – двуостра царска брадва, подобна на владетелски герб, и фризове, наподобяващи меандър и преплетени змии.

ЛИЦЕВИЯТ ОТВОР – ФОРМА И РАЗМЕРИ

Наричам отвора „лицев“, понеже не съм сигурен, че е входен или изходен в прекия

смисъл. Както споменах, най-често е правоъгълен със заоблени върхове. Размерът е типично 35x55см, не повече! От една страна никак не е удобен за вкарване или изкарване на човешки тела с нормални размери – той има не физическа, а символна функция. От друга страна има долмени с доказано многократно погребване (вж. напр. Д.Агре: *НБУ, Годишник на Департамент Археология, т.6/2004, С 2005, стр. 181-183*) и те са заварени от археолозите отхлупени, а в останалите си части – неразрушени. Затова предполагам, че при второто, третото и т.н. погребване трупите са вкарвани в долмена не през лицевия отвор, а през покрива, т.е. като се отмести капакът! Така можем да обясним защо често срещаме отхлупени долмени, които **иначе** не са съзнателно рушени и ограбени от иманяри. Проникването отгоре не е било с цел грабеж – просто след последното погребение долмените са били изоставени, капакът не е бил наместен по някакви моментни причини. Отхлупването е единственото възможно отваряне, което не съсипва веднага и непоправимо долмена, доколкото повторното захлупване го възстановява напълно! Отварянето на лицева или странична стена, обаче, би било фатално, би довело до незабавно разрушаване на долмена. Тогава възстановяването му би било равностойно на повторно сглобяване...

РАЗПОЛАГАНЕ НА ОТВОРА В ЛИЦЕВАТА ПЛОЧА



Фиг. 17: Разполагане на лицевия отвор при долмените в Тракия

Правоъгълните пробити отвори имат различно разполагане в лицевата стена. Този факт може да се обясни със съчетанието между практически еднаквите размери на отвора 35 x 55 см (± 3 см) и нееднаквите размери на лицевата плоча в различните долмени.

Когато лицевата плоча е достатъчно голяма, отворът може да се разположи в центъра ѝ, без риск плочата да се счупи – «**плоча тип О**». Когато плочата е по-малка, за да остане здрава се налага отворът да се дълга странично («**плоча тип П**») или ъглово («**плоча тип Г**»).

Примери: за тип О – Белевренските долмени в Странджа; за тип П – долмени при с. Черничево/Крумовградско и с. Котроня/Гърция в Източните Родопи; за тип Г – по-малкият от двойката долмени в м. Нъчеви чаири между селата Хлябово и Българска поляна, Сакар планина.

III-4. РАЗВИТИЕ НА ФАСАДАТА НА ТРАКИЙСКИТЕ ДОЛМЕНИ

Фасадата при тракийските долмени се е развила най-слабо. Тя се гради от вертикално забити големи плочи, които се допират по страничните си ръбове и са наредени така, че да образуват декоративна стена перпендикулярна към осевата линия на

долмена. Наличието на фасада говори, че долменът е бил замислен още при строежа да бъде видим и почитан, а не изцяло затрупан. Пълното затрупване се среща само при 1 от около 100 долмена в България и вероятно е осъществено по-късно от самия строеж. Този въпрос може да се изясни с помощта на луминесцентното датироване, за което ще стане дума в част V от настоящата статия.

Доста долмени изобщо нямат фасада – вероятно те са по-ранни (напр. м.Остър камък, Харманлийско, Изт. Родопи). Повечето имат проста линейна фасада от изправени плочести скални късове (напр. с.Заберново, Странджа). Съществува и един случай на уникална фасада – тип коридор, съставена от две успоредни каменни редици. Тя краси двойката долепени двукамерни долмени в м.Нъчеви чаири между селата Българска поляна и Хлябово, Сакар. Сложен и доста късен архитектурен елемент, при това с неясна функция.

III-5. РАЗВИТИЕ НА ОБРАБОТКАТА НА ПЛОЧИТЕ В ТРАКИЙСКИТЕ ДОЛМЕНИ

Доста долмени са сглобени от плочи, които са съвсем груби, взети наготово от находища, чиито скали са напукани по геологични причини и след отцепването не са били обработени изобщо (с. Изворово, Сакар; с. Крайново, Странджа).

При значителен брой долмени стените и покривът са твърде грижливо загладени и оформени – както за постигане на правоъгълно, трапецовидно или клиновидно очертание, така и за постигане на плоскопаралелност

Има и един уникален случай при с. Голям Дервент. Там има долмен, чиято лицева плоча е много грижливо двустранно загладена, в нея е пробит централно лицевият отвор, а около него има чудесни декоративни фризове. Тя рязко контрастира с всичките останали стени и покритието на същия долмен, които са доста грубо отцепени от матерната скала. Не е ясно дали лицевата стена е била монтирана по-късно, дали е била само дообработена по-късно или е заместила оригинална лицева стена по-късно от основния градеж.

IV. ОРИЕНТАЦИЯ НА ДОЛМЕНИТЕ В БЪЛГАРСКИТЕ ЗЕМИ

IV-1. ДОЛМЕНИ И КЛАСИЧЕСКИ ТРАКИЙСКИ ХРАМОВЕ И ГРОБНИЦИ

Както вече споменахме в основния текст, официалната датировка на тракийските долмени, основана на намерени в някои от тях погребения, бележещи последното им ползване, е XII-VII в. пр. Хр.

От VI в. пр. Хр. насетне траките престават да ползват мегалитната техника при строеж на храмове и гробници (долмени) и възприемат изненадващо бързо – в разстояние само на един век – т.нар. микролитна техника: зидане от малки дялани камъни, квадрати, или от печени тухли. Новата техника е дошла навярно от Древна Гърция и Древна Персия. Техниката се сменя, но идеологията в общи линии се запазва – сами-

те храмове и гробници по хоризонталната си планировка силно напомнят късните, конструктивно развити долмени, макар че съдържат и редица нововъведения (лъжлив купол, цилиндрични сводове).

Този вид паметници престават да се строят някъде към III в. сл. Хр., когато след римското нашествие в Тракия и последвалото покръстване на населението по цялата империя масово почват да се строят християнски римски храмове, чиято ориентация е канонически унифицирана в източна посока.

В посочения смисъл тракийските племена ни дават една възможност, която е уникална в историята на древната архитектура. Те осъществяват в исторически много къс срок (само 1 век) и в един сравнително малък район (главно днешните български земи) преход между два силно различаващи се строителни подхода: мегалитен и микролитен. Заедно с това тракийското население и паметниците, изградени от него, са сравнително добре документирани в писмени източници. Така върху примера на траките може доста подробно да се изучава преходът между много стара традиция и нови строителни техники в неговата непрекъснатост както никъде другаде по света.

Една възможност за подобно изучаване ни дава измерването на ориентацията на долмените и на класическите тракийски подмогилни храмове.

IV-2. ОРИЕНТАЦИЯ НА ДОЛМЕНИТЕ В ЗАПАДНА ЕВРОПА

Ориентацията по принцип е географска характеристика. Тя добива археоастрономично значение едва тогава, когато оста на археологичния обект се окаже свързана с позицията на някакво небесно тяло – Слънце, Луна, звезда.

Първите опити за установяване на такава връзка са правени в Западна Европа. Паметниците Стоунхендж (Англия) и Ню Грейндж (Шотландия) са днес световно прочути именно с несъмнена и точна астрономична ориентация. Подобна връзка е намерена и в 3 доста различни по своето разположение долмена в Ирландия и Франция: *Labby Rock* (A), *Faldouet* (B) and *Porz Guen* (C): и трите сочат към точката на изгрева при зимното слънцестоене, т.е. към началото на най-късия ден в годината, при това точните им посоки са различни, понеже са съобразени с различната им географска ширина.

Споменатите тук факти са стимулирали голям интерес към археоастрономични измервания. Резултатите от масовите измервания, обаче, се оказали малко разочарователни: осите на големи съвкупности от еднотипни древни обекти в даден географски район в никакъв случай не са точно еднопосочни, а са пръснати в немалък азимутален интервал. Това затруднява тълкуването им. Принудени сме да заключим, че в мегалитната епоха (i) принципът за астрономична ориентация не е универсален нито по време нито по място; (ii) когато го има, той се прилага в комбинация с други съображения или изисквания за ориентация; (iii) най-сетне самият процес на ориентиране не винаги е бил технически достатъчно съвършен, точен.

IV-3. ОРИЕНТАЦИЯ НА ДОЛМЕНИТЕ В ТРАКИЯ

На този фон е любопитно да обърнем отново поглед към *мегалитните* тракийски

долмени (XII-VI в. пр. Хр.) и непосредствено следващите ги класически подмогилни *микролитни* тракийски храмове (VI в. пр. Хр. – III в. сл. Хр.).

В своята PhD дисертация [София, 2005] Н. Дерменджиев обобщава публикувани дотогава ориентации за около 60 долмена в Тракия и стига до извода, че долмените най-често са ориентирани на юг в много широк ъглов сектор, без да са свързани категорично със специални позиции на слънцето при изгрев или залез.

Двете археоастрономични експедиции 2006 и 2008 г., за които стана дума по-горе, имаха за цел непосредствено да измерят ориентацията на възможния максимум тракийски долмени и да проверят горните заключения. Те посетиха и документираха пряко 80 долмена. Общият извод потвърждава тезата на Дерменджиев, но картината се попълни с доста важни детайли, открити при анализа на определени групи долмени.

Най-общо наблюденията ни се изразяват в следното (вж. фигурата по-долу).

Първо: Очевидно липсва силно изразена астрономически значима посока. Има *само слаба тенденция* на юг, но тя не изглежда да е задължително, строго правило. Всичките долмени са ориентирани грубо към южния полу-хоризонт, т.е. строителите на долмените са се опитали да запазят поне слаба връзка със Слънцето (с Бога-Слънце), когато то е относително високо над хоризонта. Разпръсването на данните би могло да се дължи не само на аморфност на строителните принципи, но и на тяхната еволюция (т.е. на промяна на строителния критерий с времето). За жалост тази хипотеза не може да се провери коректно, понеже засега нямаме надеждни данни за възрастта на долмените.

Второ: Максимумът в азимуталното разпределение (около 200-220°) се дължи главно на приноса на странджанските долмени и е свързан *по-скоро с посоката на максималната височина на слънцето над хоризонта, отколкото с посоките на изгрев или залез!* Ориентацията на долмените в другите два типични района е практически равномерна между юг и югозапад, без ясно изразен максимум. В този смисъл ориентационните ситуации в трите типични географски района се различават.

Трето: Няма нито един долмен, ориентиран в азимуталния интервал от -60 (или 300) и 80°, т.е. *северният полу-хоризонт е изключен по принцип от създателите на долмените*. Чисто източната ориентация се среща много рядко – само при някои долмени в Източните Родопи.

Четвърто: Изучавайки конкретните обекти, с изненада открихме, че понякога няколко съвсем близо разположени долмени имат силно различни ориентации. Следователно изграждането им едва ли може да бъде резултат от един и същ принцип.

Накратко казано, долмените в България нямат категорично изразена астрономична ориентация. Естествено, възможността за такава ориентация не може да се отрече априори, понеже азимуталните сектори за изгревите на Слънцето и Луната са достатъчно широки. Налага се да потърсим допълнителни ориентационни съображения.

В много случаи долмените „гледат“ към някакъв хълм или връх, разположен някъде в обобщения южен сектор от хоризонта. Така се демонстрира своеобразен „*топоцентричен*“ подход. Изглежда, че в идеите на долменните създатели важно

место заема специалната почит към „върха“, „планината“, „скалата“ (доколкото тези хълмове или върхове често са скалисти). Въпросът, обаче, защо е бил избран един конкретен хълм, а не някой от многобройните съседни хълмове, засега си остава открит. Комбинацията от астрономични и топоцентрични съображения е необходимо, но недостатъчно условие, за да си обясним реалната ориентация на всеки конкретен долмен, понеже обикновено съществуват множество хълмове, удовлетворяващи тази комбинация.

Многобройната група на долмените в Северен Сакар в землищата на селата Българска поляна, Хлябово и Сакарци ни демонстрира друго изключително любопитно свойство. Докато някои от долмените наистина са обърнати към определен хълм в обобщена южна посока, други са насочени към съседни долмени! Бихме могли да наречем тази особеност в ориентирането „*съседски подход*“. Той води до предположение за някаква йерархия, субординация. Можем да предположим и относителна датировка: долменът-мишена би трябвало да е изграден по-рано от долмена-наблюдател. В някои случаи между двата долмена няма пряка видимост – тогава възниква и нов въпрос: как е трасирана посоката при строежа на долмена-наблюдател.

За съжаление дори комбинацията от астрономичен, топоцентричен и съседски принципи не може да обясни винаги наблюдаваната ориентация и разположение на долмените. Комбинацията от няколко ориентационни принципа поражда сложния въпрос за тяхната йерархия и за допустимите компромиси между тях. Налага се да се търсят и други възможни съображения. Например, някакви индивидуални предпочитания, които едва ли някога ще разберем. За голямо съжаление толкова много долмени са били разрушени досега, че абсолютно сигурно в „мрежата“ на оцелелите има твърде много празни места, което силно затруднява изучаването им. И положението ще става все по-лошо.

IV-4. ОРИЕНТАЦИЯ НА КЛАСИЧЕСКИТЕ ТРАКИЙСКИТЕ ПОДМОГИЛНИ ХРАМОВЕ

В търсене на нова информация и нови възможности за анализ, реших да съпоставя ориентационната хистограма на тракийските долмени (XII-VI в. пр. Хр.) с подобна ориентационна хистограма на градените веднага след тях класически тракийски подмогилни храмове или гробници (VI в. пр. Хр. – III в. сл. Хр.). Има достатъчно съображения и доказателства, че строителите на двата типа обекти са от едно и също население, етническа група – траки.

Данните за ориентацията на долмените и храмовете са показани на фигурата долу и са взети от литературата. Резултатът е изключително интересен и поучителен. Оказва се, че хистограмата за по-късните обекти изяснява донякъде хистограмата за по-ранните обекти. Виждаме както някои прилики (които илюстрират културната приемственост, традицията), така и някои разлики (израз на културно развитие). Сравнението позволява да направим следните заключения:

Първо: По-ранната мегалитна строителна техника е била заменена в VI в. пр.

Хр. от нова микролитна строителна техника, но сакралното, религиозно, идеологично съдържание на храмовете (отразено в ориентацията) се е запазило в новата историческа епоха. **Основният принцип** – ориентация, съобразена най-вече с Бога-Слънце и то в неговата най-висока дневна позиция и по-рядко с изгрева и залеза при равноденствията – е останал същият и в новата епоха. Така много нагледно се доказва по още един начин културната приемственост в живота на Древна Тракия.

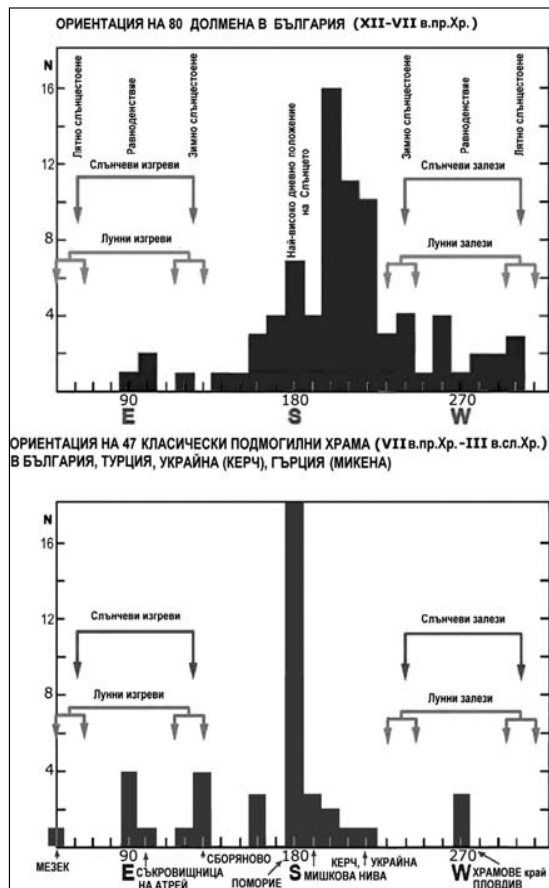
Второ: От втората хистограма се вижда, че освен от посоката на дневния максимум, строителите на подмогилните храмове са били привличани – макар и по-рядко – от посоките на слънчевите изгреви и залези, но не в най-дългия или най-късия ден, както мнозина очакват, а при равноденствията. Предполагам, че тези две допълнителни посоки са били уважавани и от долменните строители, макар че в първата хистограма не са достатъчно подчертани. Причините може да бъдат поне две: (а) долменните строители не са разполагали с достатъчно точни техники за ориентация; (б) долменните строители често са комбинирали основния принцип (неизменна, макар и нестрога, връзка със Слънцето, т.е. с обобщената южна посока) с различни допълнителни, незадължителни и вероятно често локални принципи (топоцентризъм, съседство, лични предпочитания и т.н.), чиято йерархична схема е твърде сложна и засега недостатъчно изяснена.

Трето: По-късната хистограма има по-висок контраст отколкото по-ранната. Това обстоятелство би могло да е предизвикано не само от усъвършенстването на ориентационната техника при строежа, но и от развитието на идеологията. По-съществените култови идеи, практики, обичаи (изразени в ориентацията) са подчертани за сметка на по-малко съществените. Храмовата хистограма е опростена и астрономически значимите посоки се подчертани. Ролята на допълнителните, локалните ориентационни принципи от долменната епоха е отслабнала, а основният принцип (Богът-Слънце в неговата максимална сила) вече доминира. Култът към Слънцето е претърпял своеобразно пречистване и опростяване. Този процес е демонстрация на паралелно протичащите процеси на териториална, икономическа и политическа консолидация сред тракийските племена, който достига кулминацията си в създаването на Одриското а по-късно и на Гетското държавно обединение.

След включването на Тракия в границите на Римската империя и след покръстването (от IV в. сл. Хр. нататък) вече се строят само християнски храмове. Те никога не са покрити под могили, а ориентационният им принцип е радикално променен – единствено точната източна посока е догматично утвърдена и задължителна по цялата територия на Империята.

Представеният тук анализ сочи убедително, че архео-астрономичните измервания и техният анализ могат да дадат допълнителна обективна и много интересна информация за състоянието и развитието на древните общества.

Възможна е още една интересна съпоставка в ориентацията, а именно между сравнително близо разположените Балканска и Кавказка долменна група според данните от Марковин, 1978.



Фиг. 18: Ориентация на долмените и класическите храмове в Тракия

синхронност. Менхирите на Балканите не правят изключение. Големите групи се намират около Плиска и около Одрин. По идеологични неубедителни съображения историците в съответните страни обявяват северната група за ранно-българска (т.е. ранно-средновековна), а южната – за ранно-турска (т.е. средновековна).

При долмените конструкцията дава някаква основа за поне *приближено относително датироване*. Освен това наоколо се намират повече керамични и метални артефакти, така че дори конвенционалната датировка е по-надеждна, отколкото при менхирите. По официалното мнение българските долмени са построени в интервала XII-VI в. пр. Хр. По такъв начин те се оказват доста по-млади не само от Западно-

Забелязва се общо взето прилика в основния принцип за ориентирание в двата близки географски района. Налице е, обаче, разлика в отместването на хистограмата спрямо точния юг: при балканските долмени отместването е на запад, а при кавказките – на изток. Засега не можем да дадем пълно и доказуемо обяснение на този факт.

V. ДАТИРАНЕ НА БАЛКАНСКИТЕ МЕГАЛИТИ

V-1. ПРОБЛЕМИ ПРИ КОНВЕНЦИОНАЛНОТО ДАТИРАНЕ

(1) – АРТЕФАКТИТЕ

Менхирите, където и да се намират по света, засега се датират по степента на обработка на скалния блок и по крайно оскъдните артефакти, открити наоколо. Артефактите, естествено, не дават сигурна датировка на обекта, понеже е напълно възможно да са попаднали в почвата и доста по-късно. Между тях и забиването на камъка няма доказуема

европейските, но дори и от Кавказките.

По повод на конвенционалната датировка могат да се изтъкнат следните *възразжения*:

1) Артефактите датират само последното използване на мегалитите, а не момента на изграждането им.

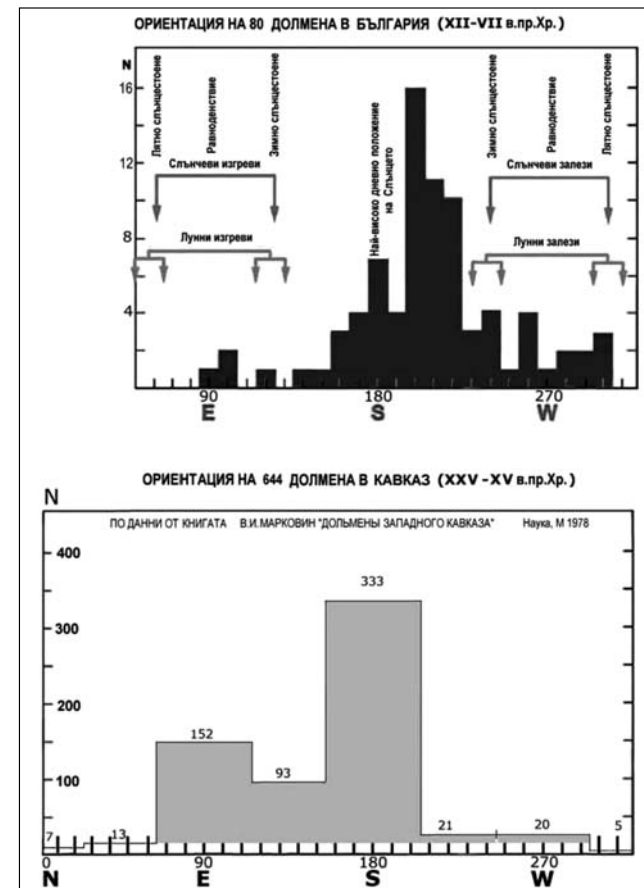
2) Не всеки долмен е бил използван като гробница. Например, долмените тип „маса“, които са доста разпространени в Западна Европа, не образуват изобщо затворено пространство и практически са неудобни да подслонят погребения. Същото се отнася за долмените тип „камера“ – у нас и по света – които имат само 2 или 3 стени. Освен това в Странджа при с. Звездец съществува долмен – еднокамерен с дромос – който е разположен на не повече от 2 м над равнището на р.

Велека. Тъй като реката доста често приижда, долменът съответно често е заливан от водите ѝ. Следователно, той също по принцип не е пригоден за погребения. В по-големия от двойката мраморни долмени при с. Заберново, Странджа, са открити останки от няколко нахвърляни безразборно тела, а самият долмен е отхлупен много отдавна. Тази ситуация поставя въпроса дали изобщо при строежа долменът е бил замислен като гробница или е бил използван така доста по-късно.

(2) – КОНСТРУКТИВНО РАЗВИТИЕ

Вторият проблем при датироването възниква при сравняването на трите основни долменни групи в Европа и Средиземноморието.

Западноевропейските долмени са общо взето най-стари: XL-XX в. пр. Хр. Поради



Фиг. 19: Ориентация на долмените на Балканите и в Кавказ

големия интервал на строителството там се наблюдават както най-примитивните конструкции (долмени тип „маса“), така и най-сложно планираните грандиозни долменни храмове (например на о-в Малта).

Кавказките долмени са официално датирани в XXV-XV в. пр. Хр. Там се срещат освен типичните долмени тип „камера“ също така и твърде сложните долмени от цилиндричен тип, чиито стени всъщност са по-скоро зидани от квадри, отколкото сглобени от огромни плочи – а това е типично по-късна строителна техника.

На Балканите, в Тракия не се наблюдават нито най-примитивните долмени тип „маса“, нито най-сложните конструкции тип „цилиндър“, а само най-традиционният междинен тип „камера“.

Естествено е да очакваме, че *конструктивната междинност* на тракийските долмени ще е свързана със съответното *междинно датирание*. Изненадващо, обаче, конвенционалното датирание ги обявява за най-млади: XII-VI в. пр. Хр. Според нас тук има противоречие между естественото развитие на конструкцията от просто към сложно и конвенционалното непряко датирание.

(3) – МОГИЛИ ПРИ ДОЛМЕНИТЕ И КЛАСИЧЕСКИТЕ ТРАКИЙСКИ ХРАМОВЕ

Странна е ситуацията с могиленото покритие на сакралните строежи в Тракия. Всичките немегалитни класически храмове от периода V-III в. пр. Хр. се били покривани изцяло с могили още в момента на строежа. До днес, т.е. след около 25 века, ерозията не е разрушила забележимо тези могили, добре ги опазва и поникналата растителност.

Долмените в България (с едно единствено изключение) днес или изобщо нямат, или имат частичен настип, който не достига покривната плоча изобщо. Ако допуснем, както приемат доста археолози, че са били изцяло покрити при строежа, излиза, че те са много по-стари от класическите храмове – поне с няколко хилядолетия, за да се обясни ерозионното снижаване на предполагаемите оригинални могили. А конвенционалната датировка дава съвсем близка стойност XII-VI в. пр. Хр., т.е. последните долмени са били строени практически по същото време, когато и първите класически тракийски храмове.

(4) – ДРЕВНИТЕ ПИСМЕНИ ИЗТОЧНИЦИ

Четвъртият проблем с датирането е свързан с възникването на писаната история в Европа и Средиземноморието въобще. По конвенционални данни последните долмени в Тракия възникнали в VI в. пр. Хр. По *същото* време първите гръцки летописци (Херодот, Тукидид и т.н.) започват да описват народите и историята им на Балканите.

Учудва следният факт. Макар че летописците описват сравнително подробно технически по-примитивните (и по-ранни) скално-изсечени светилища на Балканите, те изобщо не споменават технически по-сложните (и по-късни) мегалитни постройки, каквито са долмените в Тракия.

Мислими са поне 4 причини:

а) Летописците не са се интересували от архитектура изобщо или от тракийската в частност.

б) Летописците не са виждали мегалитните паметници в Тракия.

в) Мегалитите и съответната им идеология са били чужди за древните гръцки летописци.

г) Тракийските мегалити са много по-стари от VI в. пр. Хр. и по това време вече са били анахронизъм, а е възможно да е било изобщо забравено началното им значение.

Която и да е върнатата причина, тази странност изисква да бъде изяснена.

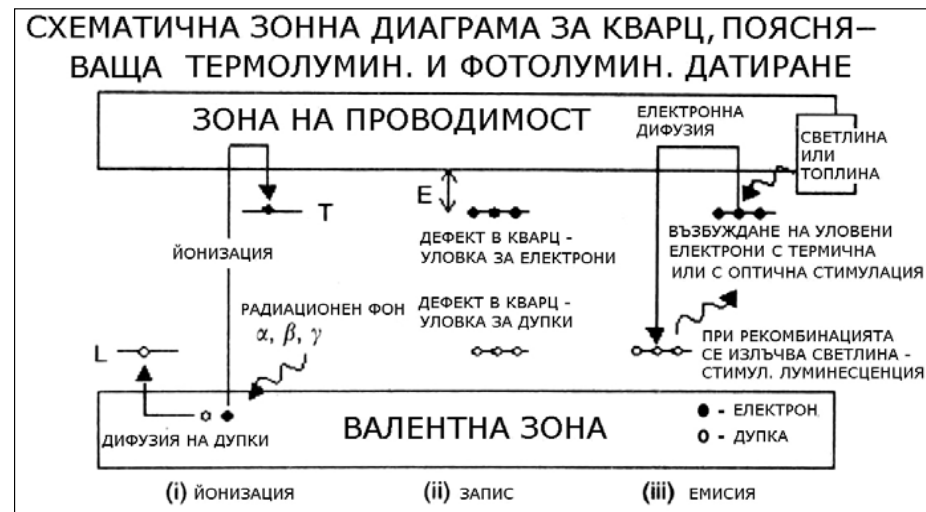
Всичките споменати обстоятелства изискват по-точно пряко датирание на източноевропейските мегалити с физични методи. Подходяща за тази цел е т.н. оптически стимулирана луминесценция (ОСЛ), свързана с кварцовите зърна, съдържащи се в скалните блокове, от които са сглобени повечето мегалити.

V-2. ПРЯКО ДАТИРАНЕ НА МЕГАЛИТИ – ЧРЕЗ ОПТИЧЕСКИ СТИМУЛИРАНА ЛУМИНЕСЦЕНЦИЯ.

(1) ПРИНЦИП

Датирането чрез оптически стимулирана луминесценция (ОСЛ) се основава върху способността на кварцовите зърна в скалите, от които се градят мегалитите, да *акмулират енергия от радиоактивния фон във формата на латентна луминесценция*.

Лъченията от т.нар. радиоактивен фон често избиват електрони от валентната зона в проводящата зона на кварцовите песчинки. Повечето от така възбудените електрони практически веднага изсветват излишната си енергия и се връщат във валентната зона. Малка част от тях, мигрирайки в кристалчето, попадат в т.н. уловки – дефекти в природния кварц – и могат да останат там милиони години, докато някакъв външен фактор не ги активира, стимулира, за да ги изведе оттам. Стимулиращите фактори са два типа: термичен (загряване до температури около и над 500°) и оптичен (осветяване



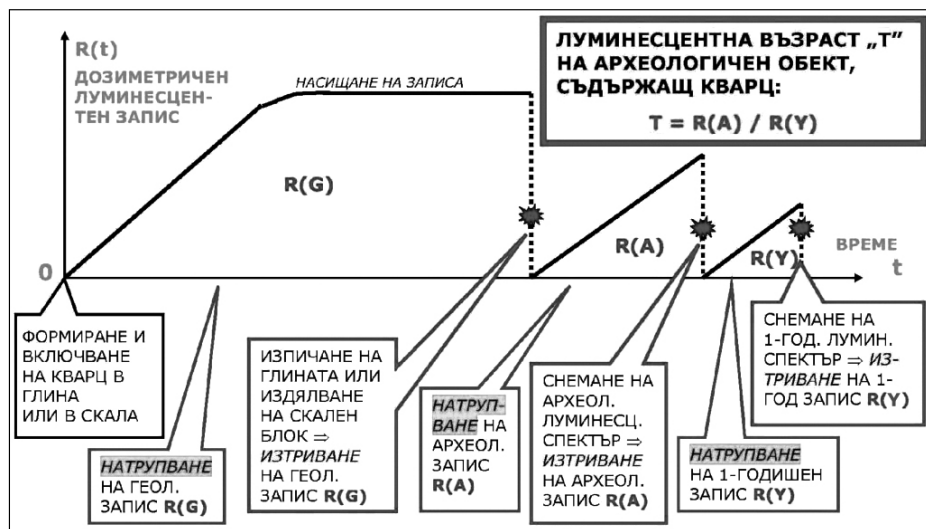
Фиг. 20: Схема на енергийните нива и на индуцираната луминесценция в кварц

със светлина с дължина на вълната около 500 и повече нанометра). При напускане на уловките, възбудените електрони рекомбинират със съответни дупки и се връщат във валентната зона, като при това излъчват луминесцентни кванти.

С течение на времето в уловките на кварцовите частици се натрупват възбудени електрони, които образуват своеобразен **запис**. Това е запас от енергия, която радиоактивното облъчване е предало на възбудените електрони и който може да се превърне в луминесценция при тяхната стимулация и рекомбинация. Възможността да се изтрие, да се нулира този запис и да почне натрупването на нов запис превръща песъчинките в своеобразен **дозиметър** – по луминесценцията им може да се съди за погълнатата доза. За целта трябва предварително да се снее калибровъчната им крива – луминесценцията като функция от дозата.

(2) КОНКРЕТИЗАЦИЯ

Да си представим сега историята на песъчинка, вградена в скала.



Фиг. 21: Идейна схема на луминесцентното датиране

В дългата геоложка история на скалата, песъчинката е погълнала **геоложка доза** R_G от фона и е натрупала **геоложки луминесцентен запис** L_G , който е отдавна е стигнал до насищане.

В даден исторически момент хората отцепват скален блок, обработват повърхността му и го преместват, за да го използват за създаване на мегалит. При тези операции слънчевото осветяване изтрива запис от кварцовите зърна по повърхността на блока (слой с дебелина от порядъка на 100 микрона). От момента на сглобяването или забиването, обаче, определени части от повърхността на блока остават в тъмнина и там започва от нулата акумулиране на нов запис под въздействието на радиоактивния

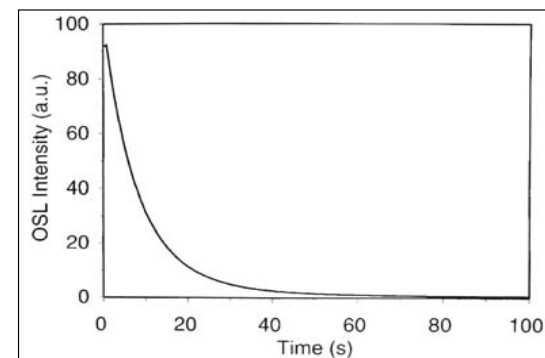
фон. Този запис ще наречем **археологична доза** R_A , респ. **археологичен луминесцентен запис** L_A .

Археологът, който иска да датира обекта, в условията на почти пълна тъмнина (за да се избегне нежелано активиране на луминесценция преди лабораторното ѝ измерване) трябва да отчупи негово парче от скалата от онези участъци, които от момента на сглобяването са останали на тъмно, т.е. или от подземните части на блока, или от контактната зона между покрива и стените на долмена. От парчето се извличат кварцовите песъчинки и се измерва запасената там луминесценция L_A .

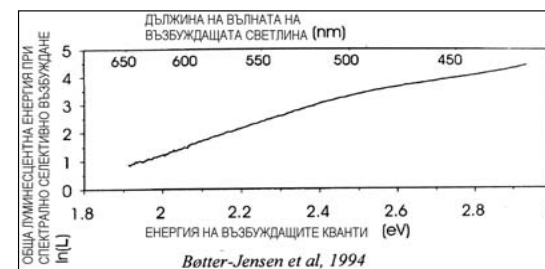
Тук показваме времевата развивка на глобалния луминесцентен сигнал (Фиг.21), а също така спектралния състав на оптичното възбуждане (Фиг.22) и спектъра на луминесцентната емисия (Фиг.23) от кварцовите зърна.

Съществено е филтрите в установката да са подбрани така, че никаква светлина от възбуждащия източник (светодиоди в синьо-зелената област) да не прониква в детектора (ФЕУ). Оптичната част от експерименталната ситуация е илюстрирана на следните две фигури.

От предварително лабораторно построена калибровъчна крива $L = L(R)$ се пресмята археологичната доза R_A , получена от повърхнинната песъчинка от момента на сглобяване на мегалита.



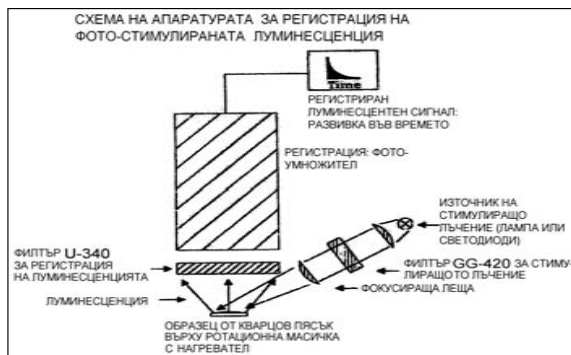
Фиг. 22: Луминесцентно изсветляване при постоянно фотовъзбуждане



Фиг. 23: Спектр на фотовъзбуждане на луминесценцията в кварц



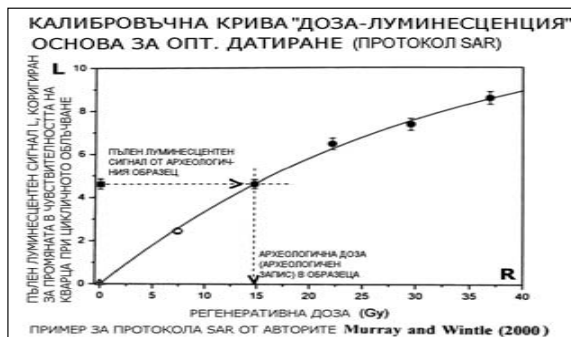
Фиг. 24: Спектр на фотолуминесцентната емисия в кварц



Фиг. 25: Схема на възбуждането и регистрацията на луминесценцията



Фиг. 26: Спектри и филтри при възбуждането и регистрацията на луминесценцията



Фиг. 27: Калибровъчна крива „луминесценция – доза“ за фотолуминесцентна датировка

Междувременно по дозиметричен път може да се определи и годишната доза R_y , която песъчинката поема в мястото на мегалита. Накрая **възрастта** на мегалита T се определя като частно: $T = R_A / R_y$. За точността на резултата по-важна е величината в знаменателя – годишната доза, затова се изисква особено дозиметрично внимание и майсторство.

(3) ПЕРСПЕКТИВИ

ОСЛ-датировката на мегалитни обекти е развита в детайли в работите на проф. Янис Лиридис (Егейски университет, о-в Родос, Гърция) в началото на XXI в. За щастие повечето мегалити на Балканите са от гнайси и гранити, които съдържат кварцови зърна. Макар и рядко се срещат долмени от шисти (в Източните Родопи) и от мраморни плочи (в Странджа – с. Заберново), за чието датироване са нужни други подходи.

Научно-изследователски групи по ОСЛ датироване вече съществуват в Солун, Ксанти, Родос, Истанбул. В България дори не е почвала работа по този метод. Ако учени от трите балкански страни обединят усилия, има надежда балканската група мегалити да бъде прецизно вменена в хронологичната рамка на огромния европейско-средиземноморски мегалитен район.

СТРУННА ПАНОРАМА

Матю Чалмърс

В своята близо 40-годишна история теорията на струните измина пътя от теория на адроните до теория на всичко и накрая, както изглежда, до теория на нищото. Наистина, съвременната струнна теория не е даже теория на струните, а на обекти с по-висока размерност, наречени брани. Матю Чалмърс (водец рубрика в сп. *Physics World*) опитва да разплете неимоверно сложната теоретична тъкан на струнната теория и така разкрива пред нас един свят на умопомрачителни идеи, забележителни постижения и стряскащи предизвикателства, повечето от които – учудващо или не – се коренят в експерименталните данни.

Бел. ред.

Проблеми като този, как да бъде охладен 27-километров пръстен от 37 тона свръхпроводящи магнити до температура 1,9K с помощта на цели влакови композиции, натоварени с течен хелий, не принадлежат към нещата, които обикновено биха вълнували физиците теоретици. Затова може да се учудим, когато узнаем, че струнните теоретици, станали известни с вярата си в теория, за която се смяташе, че няма никаква връзка с реалността, през 2007 посетиха конференцията си “Струни 07” на най-новите постижения в Големия Адронен Колайдър (ГАК) в CERN. Перспективата, колкото и нищожна да е тя, да се получат потвърждения за струнната теория при 14 TeV сблъсъци на протони, владееше конференцията, състояла се в Мадрид през юни. В дискусиите доминираше езикът на фактите от реалния свят – частици, полета и особено връзката им с космологията. Обикновено струнните теоретици заравят тези по-осезаеми понятия в езотеричната граматика на многомерната математика, където се спотайват неща като ВОТ-брани (ВОТ – Велика Обединена Теория; б.пр.), “попови лъжички” и “закривени гърловини”. Все пак “Струни 07” определено беше физическа проява, а не нещо, посветено на математиката, философията, а може би даже на теологията.

Но не всеки вярва, че струнната теория е ясна и проста физика. След като в продължение на две десетилетия беше изобразявана с блясък като “теория на всичко”, която предлага квантова теория на гравитацията и обединява четирите взаимодействия в природата, струнната теория претърпя някои неприятности преди около година. Повечето критики към нея се съдържат в две книги: *Бедата на физиката* от Лий Смолин, Канада, и *Добре без грешки* [намек за знаменитата рецензия на В. Паули: ”В тази статия няма дори грешки!”; б.пр.] от Питър Войт (САЩ), където струнната теория е взета на прицел освен за всичко останало и за това, че не е направила нито едно подлежащо на проверка предсказание. Това предизвика редакторите на някои вестници и списания да изразят сериозни съмнения относно теорията на струните, а някои анализатори стигнаха дори дотам, че я представиха като не повече научна, отколкото е креационизмът.

Част от тези критики е разбираема. За повечето хора, включително и за много от физиците, струнната теория е езотерика. Обаче “Струни 07” определено беше физическа проява и не беше посветена на математиката.

На пръв поглед, струнната теория като че ли не ни е казала нищо ново относно механизмите на света, въпреки 40-годишните си опити. “За жалост, аз не мога да посоча един-единствен експериментален резултат, който би поставил на проверка струнната теория” – казва Шелдън Глашоу (от Харвардския университет), който сподели през 1979 Нобеловата награда по физика, за приноса му в обединената електрослаба теория, съставляваща ядрото на Стандартния модел във физиката на елементарните частици. “Научил съм се да смятам, че основаните върху вяра системи, които не могат да бъдат проверявани, не принадлежат към царството на науката”.

Струнната теория няма прецедент по количеството време, вложено в теоретична изследователска програма, без да се стигне до ясна експериментална проверка. Но, докато може да се спори дали това е твърде дълго време, за да се стигне толкова далеч, струнната теория в днешно време е смятана по-скоро за теоретична структура, а не за добре формулирана физическа теория, способна да прави конкретни предсказания. Гледана в тази светлина, струнната теория повече прилича на квантовата теория на полето – структурата, която обединява квантовата механика и специалната теория на относителността, а не на Стандартния модел, представляващ конкретна теория на полето, която се оказа невероятно успешна при описанието на реалния свят през последните 3-4 десетилетия.

Ед Уитън (от Института за авангардни изследвания към Принстънския университет), който е водеща фигура в теорията на струните, е съгласен, че е много трудно да се разбере накъде води тази теория от някой, който не е работил върху нея. “Струнната теория не прилича на нито една теория, с която сме имали работа по-рано”, казва той. “Тя е невероятно богата и по-голямата ѝ част е заровена дълбоко. Хората познават само няколко къса от повърхността или малко по-дълбоко, макар че и това вече означава огромно количество знания”.

Някои критици укоряват струнната теория заради нейния неуспех да отговори на фундаментални въпроси относно Вселената, с които само тя, като нашия най-добър работен модел на квантовата гравитация, би могла да се справи. Някои от тези въпроси, казва Дейвид Грос (от Калифорнийския университет в Санта Барбара, Нобелов лауреат от 2004 за работите си по квантова хромодинамика, КХД), стоят пред нас още от възникването на квантовата механика. “Струнната теория ни принуждава да се изправим с лице към сингулярността на Големия взрив и към космологичната константа – проблеми, които досега са пренебрегвани, или са довеждали хората до отчаяние”, казва той.

Грос смята също така, че по мнението на мнозина, струнната теория трябва да отговаря на много високи изисквания. “Струнната теория изобилства на качествени предсказания, каквото е възникването на черни дупки в ГАК или космически струни в небесата и това равнище на предсказание е напълно приемливо в почти всяка друга

област на науката”, казва той. “Но само във физиката на елементарните частици, една теория може да бъде отречена, ако едно нейно предсказание не се съгласува с експеримента до десетия десетичен знак”.

И така, какво пречи на струнната теория да прави конкретни и проверими предсказания, които веднъж завинаги да утвърдят нейния статут на жизнеспособна теория за природата? И защо перспективата да се работи върху нещо, което би могло да се окаже повече фантазия, отколкото физика, продължава да привлича стотици измежду най-талантливите учени в света? Та нали една значителна част от почти 500-те участници в “Струни 07” се намираха в самото начало на техните научни кариери? “Струва ми се, че природата ни тласка към изучаването на струнната теория, защото трудно бих повярвал, че хората само по случайност са се натъкнали на нещо толкова богато”, казва Уитън. “Най-голямата тревога, пред която сме изправени, произтича от това, че теорията може да се окаже прекалено трудна, за да бъде разбрана”.

Неустоимо привличане

В известен смисъл, струнната теория е жертва на своя собствен успех. Тя не се стреми да хвърли мост между двата стълба на съвременната физика – квантовата механика и Айнщайновата обща теория на относителността и заедно с това да обедини гравитацията с другите три основни взаимодействия в природата – електромагнитното, силното и слабото. По-скоро, струнната теория се роди през 1970, когато физиците разбраха, че един модел на силното взаимодействие, предложен две години по-рано, с цел да обясни изобилието от експериментално наблюдавани адрони, в действителност е теория на квантовомеханичните струни.

В тази ранна картина, кварките вътре в адроните изглеждат така, като че ли са свързани помежду си от малка струна с определено напрежение, което означава, че различните видове адрони биха могли ясно да се представят като различни видове трептения на подобни едномерни квантови струни. Макар че този модел скоро е заменен от КХД – квантова полева теория, която разглежда частиците като точкоподобни, а не като струноподобни, скоро стана ясно, че струнната картина на света като цяло крие в себе си нещо значително по-важно, отколкото самите адрони.

Един от проблемите на първоначалния струнен модел на адроните беше предсказването от модела съществуване на безмасови частици със спин 2, които би трябвало да се появяват във всички експерименти. Тези частици съответстват на трептенията на струните, които са закрепени в двата си края и са в противовес на хармоничните трептения на “отворените” струни, описващи различните адрони. Но през 1974 Джон Шуорц (от Калтех) и други показаха, че затворените примки притежават точно свойствата на гравитони – хипотетични частици със спин 2, които възникват при опитите общата теория на относителността – класическа теория, в която гравитацията възниква от закривяването на пространство-времето – да бъде трансформирана в квантова теория на полето по подобие на Стандартния модел. Макар че фундаменталният струнен мащаб трябваше да е около 10^{20} порядъка по-малък от първоначално предлагания, с

цел да се обясни слабостта на гравитационното взаимодействие, струнната теория непосредствено представляваше потенциална квантова теория на гравитацията. ”Квантовите теории на полето не допускат съществуването на гравитационни сили”, казва Ленард Съскинд от Станфордския университет, който през 1970 беше един от първите, свързали адроните със струни. ”Струнната теория не само допуска гравитацията, но последната е съществено математическо следствие от тази теория. По този повод, скептиците казват: ”голяма работа”, а струнните теоретици отговарят: ”ТОЛЯМА РАБОТА!”.

В това отношение, струнната теория успява там, където квантовата теория на полето търпи неуспех, защото първата заобикаля близките взаимодействия, които могат да станат причина изчислителните резултати за наблюдаеми величини да са разходящи и водят до безсмислени резултати. Стандартният модел, който се основава върху калибровъчната симетрия или калибровъчната група $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$, където $SU(3)$ е КХД, а $SU(2) \times U(1)$ е обединената електрослаба теория – елементарните частици взаимодействат посредством обмяната на частици, наречени калибровъчни бозони. Така например, посредници на електромагнитното взаимодействие са фотоните, които се описват от първоначалната и най-успешната за всички времена полева теория – квантовата електродинамика (КЕД), разработена от Файнман и др. през 1940-те години.

Образно казано, тези взаимодействия стават там и тогава, когато пространствено-времените истории на ”световните линии” на точковидните частици се пресичат, като най-простата от тези Файнманови диаграми съответства на класическата граница на квантовата теория. При положение, че силата на взаимодействието, която се представя от съответната константа на теорията, или константата на фината структура в случая на КЕД, е малка, теоретиците могат да изчислят вероятностите за появата на определени физически процеси, като сумират всички квантови ”примкови” поправки към основната диаграма.

СТРУНИ В КОНТЕКСТА

1968. Габриеле Венециано открива, че Ойлеровата ”бета функция” внася ред в измерваните амплитуди на разсейване на различни видове адрони.

1970. Ленард Съскинд, Йойчиро Намбу и Холгер Нилсен, независимо един от друг, отъждествяват амплитудите на Венециано с решенията на квантовомеханичната теория за едномерни бозонни струни.

1971. Клод Львлейс се досеща, че струнната теория изисква 26 измерения; Юрий Голфанд и Евгени Лихтман откриват суперсиметрия в 4-мерието; Джон Шуорц, Андре Невьо и Пиер Рамонд установяват, че струнната теория изисква суперсиметрия, за да обхване едновременно фермионите и бозоните; Герард т’Хуфт показва, че електрослабото обединение, предложено от Стивън Уайнбърг през 1967, е ”ренормируемо”, благодарение на което калибровъчните теории стават физически жизнеспособни.

1973. Джулиъс Вес и Бруно Зумино разработват суперсиметрични квантови полени теории; Дейвид Грос, Франк Уилчек и Дейвид Политцър откриват асимптотичната свобода и по този начин създават КХД; в комбинация с електрослабата теория, е установен Стандартният модел.

1974. Шуорц и Джоел Шерк (а, независимо от тях, и Тамиаки Йонейя) стигат до разбирането, че струнната теория съдържа гравитони и предлагат обединена система на квантовата механика и общата теория на относителността; Шелдън Глашоу и Хауард Джорджи предлагат великото обединение на силите в Стандартния модел с помощта на групата на симетрия $SU(5)$.

1976. Стивън Хокинг заявява, че квантовата механика се нарушава при възникването и разпада на черна дупка; математиците откриват пространствата на Калаби-Йо.

1978. Еюжен Кремер, Бернард Джулиа и Шерк построяват 11-мерна супергравитация, която присъединява суперсиметрията към общата теория на относителността.

1981. Шуорц и Майкъл Грийн формулират суперструнна теория от I род; Джорджи и Савас Димопулос предлагат суперсиметрични разширения на Стандартния модел.

1982. Грийн и Шуорц разработват суперструнна теория от II род; Андрей Линде и други развиват съвременна инфлационна теория, от която следва мултивселената.

1983. Откриването на W и Z бозоните в CERN бележи десетилетие на успехи за Стандартния модел; Ед Уитън и Луис Алварец-Гоме показват, че калибровъчните аномалии се съкращават в суперструнната теория от IIB род.

1984. Грийн и Шуорц показват, че аномалиите в теорията от I род взаимно се унищожават, ако теорията е 10-мерна и притежава или $SO(32)$, или $E_8 \times E_8$ калибровъчната симетрия; открита е T дуалността.

1985. Грос, Джеф Харви, Раян Ром и Емил Мартинес построяват хетеротична струнна теория; Филип Канделас, Ендрю Стрьомингер, Гари Хороуиц и Уитън откриват начин да компактифицират допълнителните шест измерения, като използват Калаби-Йао пространствата.

1987. Уайнбърг прилага антропни съображения, за да наложи граница на космологичната константа.

1994. Съскинд предлага холографския принцип, като разширява едно изследване на т’Хуфт.

1995. Пол Таунсенд и Крис Хъл, а също Уитън, предлагат теорията от IIA род, като гранична на 11-мерната ”М-теория” за случая на слаба константа на взаимодействието; Полчински открива D-браните; Уитън и други изказват хипотезата, че всичките пет струнни теории са свързани чрез дуалности, някои от които са улеснени от D-браните.

1996. Уитън и Полчински откриват, че теорията от I род и $SO(32)$ хетеротичната теория са свързани чрез S-дуалност; Уитън и Пьотр Хорява показват, че $E_8 \times E_8$ е ниско-енергийната граница на М-теорията; Стрьомингер и Кумрун Вафа извеждат с помощта на струнната теория формулата на Бекенщайн – Хокинг за ентропията на черна дупка; Съскинд и други предлагат кандидат за М-теория, наречен Матрична теория.

1997. Хуан Малдасена открива еквивалентността между струнната теория и кван-

това теория на полето, като по този начин демонстрира точността на холографския принцип.

1998. Експерименталното откриване на ускореното разширяване на Вселената подсказва малка, положителна стойност на вакуумната вероятност във вида на космологична константа; Лайза Рандал и Раман Съндръм предлагат сценарии за браносвят като алтернатива на компактификацията.

1999. Джиа Двали и Хенри Тай предлагат браноинфлационни модели.

2003. Статията на ККЛТ показва, че суперсиметрията може да бъде нарушена и така да доведе до малка, положителна вакуумна стойност на вероятността, като за справяне с излишните измерения се използва компактификация на потока; Съскинд изковава термина “ландшафт”, с цел да опише огромното пространство на решенията, пораждащо от потоковата компактификация, и привлича антропния принцип и мултивселената, с цел да обясни космологичната константа; в статията ККЛМТ идеите на статията ККЛТ са развити за космологията.

2004. Хокинг признава, че е сгрешил за черните дупки, и губи баса си с Джон Прескил.

2005. Струнната теория е спомената в контекста на кварк-глюонната плазма и по този начин тя се връща към своите корени като описание на адроните.

* * *

Когато обаче опитаме да включим гравитацията в Стандартния модел, подобни “пертурбативни разложения” на теорията (които в крайна сметка представляват степенни редове по константата на взаимодействието) стават безсмислени. Това се дължи на факта, че Нютоновата гравитационна константа не е безразмерна – подобно, да речем, на константата на фината структура. В резултат на това гравитоните, които възникват при квантуването на пространствено-времевата метрика в общата теория на относителността, водят до точковидни взаимодействия с безкрайни вероятности. Струнната теория заобикаля тази трудност, като заменя 1-мерните траектории на точковидните частици в пространство-времето с 2-мерни повърхности, описвани от струните. В резултат на това, всички фундаментални взаимодействия могат да се описват топологично в термините на 2-мерни “световни листове”, които се разслояват и отново се сливат в пространство-времето. Вероятността да възникват такива взаимодействия, се определя от един-единствен параметър – напрежението на струната – и разходимостите на малките разстояния не възникват. “Струнната теория се разви като аналог на Файнмановите диаграми в 2-мерно пространство”, казва Майкъл Грийн. “Но извеждането на правилата на 2-мерната пертурбационна теория е само началото на проблема”.

Причината за това е, че теорията на пертурбациите работи само когато пространство-времето притежава някои необичайни свойства, едно от които е суперсиметрията. Докато струните в първоначалната адронна теория бяха бозонни (т.е. трептенията им съответстваха на частици, каквито са фотоните, с цели стойности на спина в единици на Планковата константа), светът е изграден предимно от фермиони – частици като електроните и протоните, които имат полуцели спинове. Към средата на 1970-те

Шуорц и други се досетиха, че единственият начин струнната теория да обхване фермионите, е на всяко бозонно трептене на струната да съответства фермионен двойник, представляващ частица с точно същата маса (и обратното). По такъв начин, струнната теория представлява стенографско представяне на суперструнната теория и една от основните цели на ГАК е да се изясни дали такива суперсиметрични частици наистина съществуват.

Другото изискване, което струнната теория поставя пред пространство-времето, е един на пръв поглед странен брой на измеренията. Така например, оригиналната бозонна теория съблюдава само Лоренц-инвариантността – наблюдаема симетрия на пространство-времето, съгласно която няма предпочитани посоки в пространството, при условие, че теорията е формулирана в 26 измерения.

Суперструните изискват по-скромните 10 измерения: девет пространствени и едно за времето. Но, за да обяснят факта, че съществуват само три пространствени измерения, теоретичите трябваше да намерят начин да се отърват от останалите шест; това обикновено се постига, като излишните измерения се “компактифицират” в много малки мащаби.

“Да ги наричаме излишни измерения в известен смисъл е терминологична грешка, тъй като в Планковия (струнния) мащаб всичко е зърнесто”, казва Грийн. “Тъй като са определени квантовомеханично, те би трябвало да се разглеждат като някакъв вид вътрешна пространствено-времева структура.” Действително, макар че задачата на теоретичите би била значително по-лесна, ако Вселената беше не 4-мерна, а 10-мерна, фактът, че струните имат шест допълнителни измерения, в които те могат да трептят, позволява да се обяснят иначе загадъчните вътрешни свойства на елементарните частици, каквито са техните спинове и заряди.

Суперструнни революции

През 1984 Грийн и Шуорц осъществиха наричаната в днешно време “първа суперструнна революция”, като показаха, че квантовомеханичните аномалии в теорията на суперструните (например онези, които нарушават калибровъчната инвариантност), се съкращават, когато теорията бъде формулирана в 10-мерно пространство и притежава специфична група на симетрия $SO(32)$. Това означаваше не само, че струнната теория е съдържателно ограничена, което я прави жизнеспособна физическа теория, но също, че тя включва групата на симетрия на Стандартния модел. И при все че разликата беше близо тройна, струнната теория стана първата физическа теория, която предсказва броя на пространствено-времевите измерения. Първоначалните претенции, че струнната теория би довела до “теория на всичко”, днес изглеждат съвсем неоправдани. Но нас скоро ще ни затрупат данните от ГАК, а и досега все още не сме канализирали потока на последните постижения в космологията, нахлуващ във фундаменталната физика. При малко късмет струнната теория би могла да се окаже теория на нещо.

От периферно занятие, струнната теория изведнъж се превърна в магистрала на теоретичната физика. Но към времето, когато през 1985 революцията отмина, изсле-

дователите се оказаха пред пет различни струнни теории: I род, съдържащ отворени и затворени струни; II род, съдържащ само затворени струни, но с две версии (A и B), отразяващи факта, че трептенията могат да се разпространяват в противоположни посоки; и две “хетеротични” теории, $SO(32)$ и $E8 \times E8$, позволяващи на различни видове трептения да се движат в двете възможни посоки. “Нещата изглеждаха така, като че ли бяхме открили пет различни класически приближения към една и съща основна струнна теория – все едно да се намерят Файнмановите диаграми на пет квантовополни теории”, казва Грийн.

Макар и недоволни от тази липса на единност, теоретичите се насочиха към проблема за мястото на двумерната пертурбационна теория в петте различни теории, а така също към това как да компактифицират допълнителните шест измерения. Това продължи чак до 1990-те години, като мнозина от изследователите бяха увлечени от убеждението, че се вижда краят на теорията на елементарните частици. Но при все че някои раздели от тази дейност имаха значителни последици за чистата математика (през 1990 Уитън стана първият физик, награден с престижния медал Фийлдс заради успехите му в изучаването на шестмерните “Калаби-Йо” пространства), струнната теория упорито не се поддаваше на опитомяване. В действителност, вместо петте различни класически “фонове” на теорията, специалистите днес се сблъскват с необуздания “ландшафт” с 10^{500} възможности, които струнната теория трябва да пригоди към нашия 4-мерен свят.

“Забележително е, че след близо 40 години ние все още не знаем какво всъщност представлява струнната теория,” възкликва Грос. “Още от самото начало струнната теория беше съвкупност от правила за построяване на приблизителни решения в някакъв съгласуван класически фон – и това е всичко, което тя и днес представлява”. Онова, което се е изменило, продължава Грос, е, че днес вече знаем как различните решения са свързани помежду си посредством мрежа от математически връзки, наречени дуалности. “В определени случаи тези дуалности правят струнната теория еквивалентна на квантовата теория на полето,” казва той.

Дуалностите между петте различни струнни теории възникнаха през 1995 по времето на “втората суперструнна революция” и разкриха, че струните възприемат пространство-времето доста различно в сравнение с точковите частици. Така например, кръг с радиус R в допълнителните измерения на теорията от IА род е еквивалентен на кръг с радиус $1/R$ в теорията от IВ род при “Т дуалността”, докато “S дуалността” свързва една константа на силно взаимодействие в теория от I род с константа на слабо взаимодействие в хетеротичната теория $SO(32)$ – там, където е възможно да се използва пертурбационната теория. Освен че правят относително лесни някои изчисления в струнната теория, дуалности като тези позволиха на Уитън да предположи, че струнната теория има единствена, но неизвестна формулировка в 11-мерно пространство, която той нарече “М-теория”.

Този резултат, който Уитън представи на конференцията “Струни 95” в Университета на Южна Калифорния, доведе до огромен прогрес в изясняването на

“непертурбативната” част на струнната теория, т.е. там, където не вървят опитите за теоретични апроксимации посредством все по-усложнявани Файнманови диаграми. Непертурбативните ефекти са от решаващо значение в опитите реалният свят да бъде описан с помощта на квантовата теория на полето, което се отнася особено за случая на КХД. Причината е, че пертурбационната теория е приложима само към основните, индивидуалните взаимодействия на кварки, където силното взаимодействие е относително слабо, а не към по-големи системи, каквито са протоните и другите адрони.

За случая на струнната теория, ефектите от непертурбативен характер съдържат отговора на въпроса защо суперсиметрията е “нарушена” при ниските енергии, съществуващи в съвременната Вселена, което трябва да е налице, за да се обясни фактът, че досега никой не е видял суперсиметрична частица. Това прилича на начина, по който електрослабата симетрия на Стандартния модел трябва да бъде нарушена

Защо струнната теория не може нищо да предскаже?

Струнната теория заменя микроскопския светоглед, основаващ се върху точковидни елементарни частици, с идеята за 1-мерни струни. Обаче, в сравнение с представата за частиците, струните не дадоха на физиците практически нищо повече за обяснението на онова, което виждат при изучаването на природата в малки мащаби с помощта на машини като ГАК. Това може да не е изненадващо, доколкото струните са 10^{20} пъти по-малки от частици, каквито са протоните и неутроните. Но защо е толкова трудно струнните идеи да бъдат превърнати в твърди предсказания?

Теоретичната рамка на възгледите за елементарните частици е квантовата теория на полето (КТП), която описва взаимодействията между частиците като резултат от обмяната на полени кванти (например фотоните са посредници на електромагнитното взаимодействие). По някаква дълбока причина, един вид КТП, наречен калибровъчна теория, описва електромагнитните, силните и слабите взаимодействия изключително добре и прави това вече близо 35 години в рамката на Стандартния модел във физиката на елементарните частици. Тъй като КТП допуска частиците да възникват от “нищото” посредством квантови флуктуации на съответните полета, вакуумът в действителност изобщо не е празно пространство. Доколкото струнната теория е основана върху същите квантовомеханични принципи, каквито са и тези на КТП, изходният пункт за пресмятането на физически величини както в теорията на полето, така и в струнната теория е да се запише подходящият “Лагранжиан” и да се изясни смисълът на вакуума.

В Стандартния модел това става доста непосредствено, тъй като Лагранжианът е определен, след като веднъж знаем частиците и сме сигурни, че взаимодействията между тези частици се подчиняват на калибровъчната симетрия (която за случая на електродинамиката, например, прави стойностите на измерените величини независими от фазата на електронната вълнова функция). Колкото до вакуума, за да придадат на частиците техните маси, се обръщат към скаларно поле, наречено поле на Хигс, чиято стойност във вакуума е ненулева.

След като веднъж сме осигурили Лагранжиана, ние можем да изведем съвкупност

от Файнманови правила или диаграми, които ни позволяват да пресмятаме разни неща. Най-простата диаграма, която можем да нарисуваме, съответства на класическата граница на теорията (т.е. когато няма квантови флуктуации) и дава амплитуда на вероятността за конкретен физически процес, например разсейване на един електрон от друг електрон. След като прибавим приносите от диаграмите с растяща сложност (с помощта на теорията на пертурбациите), КТП ни дава възможност да уточним стойността на тази вероятност – за случая на квантова електродинамика тази точност стига до десетия знак след десетичната точка.

Струнният светоглед превръща тези едномерни диаграми в двумерни, тъй като пространствено-времевата история на струната описва двумерна повърхнина, а не линия. Това е чудесно за присъединяването на гравитацията, която в Стандартния модел се пренебрегва, тъй като гравитационните взаимодействия на точковите частици водят до безкрайности в пресмятанията. Проблемът е, че теоретиките не знаят как изглежда Лагранжианът в струнната теория, но затова разполагат с пет набора от възможни Файнманови правила, всяко от които апроксимира физиката, описвана от различен Лагранжиан (т.е. различна формулировка на струнната теория). Хубавата страна е, че петте различни струнни теории са свързани от дуалности, което означава, че струнната теория има една-единствена основна структура (наречена М-теория); така че няма особено значение с коя от тях ще работим. Лошото е, че петте “фона”, както ги наричат теоретиките на струните, съществуват в 10-мерно пространство-време.

Ако живеехме в 10-мерен свят, тогава просто би трябвало да намерим такъв експеримент, с който да проверим кой от петте фона е най-подходящ. Но когато в опит да опишем четирите измерения на реалния свят отсечем шест от измеренията на Калаби-Йо множеството, ние създаваме малко по-различен фон с негов собствен набор от Файнманови диаграми. Наистина, броят на 4-мерните Лагранжиани, които можем да имаме, е около 10^{500} , като всеки един от тях съответства на различен начин на компактифициране на 6-мерното многообразие, при избора на потоци и брани (т.е. това са “непертурбативни” ефекти, които са извънредно трудни за изчисляване). А тъй като всеки отделен резултат съответства на различна вселена, ние наистина ще трябва да изучим всичките 10^{500} , за да изясним дали струнната теория описва реалния свят (за разлика от КТП, където ако видим в природата нещо, което не ни харесва, тогава можем да добавим в Лагранжиана нова частица или ново поле). Обаче смисълът на фона в струнната теория е, че той представлява единственото обяснение, което физиците могат да предложат за космологичната константа – онова свойство на вакуума, което беше открито през 1998 и при оценката на което КТП греши с множител най-малко равен на 10^{60} .

Към реалността

Струнните теоретици са първите, които признават, че нямат никаква представа как в действителност изглеждат основните уравнения на струнната теория или на М-теорията. Но в качеството си на рамка, струнната теория прави някои обобщени предсказания, които най-вероятно не зависят от конкретните детайли на тези урав-

нения. Най-важното е, че струнната теория предлага крайна (т.е. неразходяща) и непротиворечива квантова теория на гравитацията, която на големи разстояния и при ниски енергии се свежда до общата теория на относителността. Все пак това също е причината практически да е невъзможно струнната теория да може пряко да бъде проверена, защото естественият мащаб на суперструните е Планковата дължина.

Планковата дължина се получава от пряк анализ на размерностите на трите фундаментални константи, които трябва да се включват от всяка една теория на квантовата гравитация: Нютоновата гравитационна константа, Планковата константа и скоростта на светлината. Нейната стойност е 10^{-35} m, което означава, че за да можем непосредствено да наблюдаваме струни, ще ни е нужен ускорител на частици с енергии 10^{19} GeV, т.е. с 15 порядъка по-високи от тази, която се получава в ГАК. “От времето на Планк знаем, че във физиката съществува толкова малък мащаб, до който никога няма да можем пряко да се доближим”, казва Джо Полчински, “но за щастие теоретиките не допуснаха такива препятствия на пътя си”.

Едно от големите постижения на струнната теория, като квантова теория на гравитацията, беше способността ѝ да моделира черните дупки, които са класически решения на общата теория на относителността, където големи са както гравитационните, така и квантовите ефекти. “Току-що написах в съавторство един учебник, в който се съдържа глава от 60 страници, посветена на черните дупки в струнната теория, а това е само драскотина върху повърхността на този огромен въпрос”, казва Шуорц. По-конкретно, струнната теория доведе до по-дълбокото вникване в термодинамичните свойства на черните дупки на микроскопско равнище и по този начин помогна да се разреши един потенциално катастрофален парадокс, формулиран от Стивън Хокинг преди три десетилетия.

През 1976, след като в съавторство с Джейкъб Бекенщайн, от Университета в Йерусалим, използва полукласически аргументи, за да покаже, че черните дупки притежават добре дефинирана ентропия и следователно излъчват, Хокинг стига до извода, че по време на възникване и разрушаване на черна дупка, се губи информация. Тъй като информацията се кодира в квантовите състояния на частиците и полетата, това би означавало, че квантовата механика се нарушава в Планкови мащаби. Ако това е вярно, то би означавало гибел както за струнната теория, така и за всяка друга квантова теория на гравитацията.

Струнната теория можа да се обърне към този проблем едва през 1995, когато Полчински откри значението на обектите, наречени D-брани, за които се знаеше, че се крият в математиката на теорията. Полчински разбра, че D-браните са хиперповърхности, към които всички отворени струни са прикачени, и те притежават произволен брой измерения, разрешени от струнната теория (например 2D-браната или “2-браната” е мембрана в обичайната терминология). D-браните имат нулева дебелина, но огромна маса. Това означава, че посредством усукване на голям брой от тях около, да речем, окръжност в излишните измерения, струнните теоретици могат да построят много особен, макар и донякъде фиктивен, вид суперсиметрична черна дупка.

През 1996 този подход позволи на Ендрю Стрьомингер и Кумрун Вафа от Харвардския университет да изведат точно същата формула за ентропията като тази на Бекенщайн – Хокинг, изведена преди 20 години, като просто приемат, че D-браните са обичайни квантови състояния, които те сумират. Макар че струнната теория, подобно на общата теория на относителността, не може да се справи пряко със сингулярността в центъра на черна дупка, по-късно теоретиките изведоха същата формула за по-реалистични модели на черни дупки, което накара Хокинг да признае през 2004, че е грешал. “Според мен само най-циничният скептик би допуснал, че приложението на струнната теория към черните дупки не е направило значителен принос във физиката”, казва Съскинд.

Също така, D-браните трансформираха струнната теория от теория на струните в една по-богата теория, която включва също и други протяжни обекти. За теоретиките от други области, D-браните могат да изглеждат като доста произволни разширения, но те се оказват един много специален вид по-общи многомерни обекти, наречени p-брани, познати от по-рано в математиката и играещи съществена роля за постигане на непротиворечива теория на струните. Едва след реинтерпретацията на D-браните от Полчински и след предположението на Уитън за M-теорията, формулирано през 1995, както и на някои други приноси, изследователите успяха да преминат отвъд приблизителната техника на пертурбациите и да изяснят същността на тези обекти, които са значително по-масивни от струните. Освен че улесняват дълбоките дуалности между петте различни струнни теории, браните са основните съставни части на M-теорията. Така че “струнна теория” е по двоен начин грешно название: тя нито е “теория”, поне в смисъла, който обикновено физиката влага, нито е основана върху струни.

Светът върху брана

Един от най-зашеметяващите изводи на D-браните, който би могъл да се прояви даже в ГАК е, че може още сега да сме свидетели на гигантски образец за брана. “Ако вярата е в нас”, казва Грийн, “ние бихме могли да повярваме, че живеем в 3-бранен свят и че допълнителните шест измерения биха могли да са достатъчно големи, за да могат да се регистрират”.

Подобни сценарии на “браносвят” възникват, защото калибровъчните полета на Стандартния модел се описват посредством отворени струни, които завинаги са обречени да танцуват в “световния обем” на някаква D-брана (в нашия случай 3-брана). Обаче, тъй като гравитоните се описват от затворени примки на струни, те са изгонени в “обема” с по-високата размерност, където се движат хаотично и само от време на време се доближават до нашата брана. Така както предлагат хубаво обяснение на факта, че гравитацията е много по-слаба от останалите три взаимодействия – една загадка, която във физиката на елементарните частици е известна като проблем за йерархията, подобни “закривени” геометрии показват, че допълнителните измерения в струнната теория биха могли да са достатъчно големи, за да могат да се наблюдават. В действителност, допълнителните измерения могат да се

окажат пред носовите ни, но ние може никога да не узнаем това, тъй като фотоните завинаги са приковани към нашата брана.

Най-пряката проверка за такива допълнителни измерения, би било измерването на отклонението от обратноквадратичния закон за гравитацията, тъй като той е пряко следствие от факта, че пространството е 3-мерно (например, в един двумерен свят гравитацията е просто обратнопропорционална на разстоянието). Фактически, нашата неспособност експериментално да потвърдим обратноквадратичния закон за мащаби под 0.1 mm, е единствената причина нашите сценарии за свят на браните да бъдат приемливи.

Но даже ако допълнителните измерения бяха 100 милиона пъти по-малки от 0.1 mm, което според Грийн все още е “абсурдно голям мащаб”, това би означавало, че енергията в Планковата скала е намалела до 1 TeV. Това би увеличило струнния мащаб от 10^{-35} m до 10^{-18} m, което означава, че високоенергетичните протон-протонни сблъсъци в ГАК могат да бъдат достатъчни за възбуждането на високите хармонични трептения на струната. “Истинската” сила на гравитацията в допълнителните измерения може дори да бъде достатъчна за създаване на хиляди мини-черни дупки, които почти веднага биха се изпарили във вид на излъчване на Хокинг.

Лайза Рандал от Харвардския университет, която заедно с Раман Съндръм от Университета Джон Хопкинс обсъди как D-браните изменят геометрията на пространство-времето, казва, че точният подпис на допълнителните измерения, който би могъл да се наблюдава в ГАК, зависи от приетия конкретен модел на браната. “Ако биха могли да се видят частиците на ‘Калуза – Клайн’, които са подобни на вече познатите ни частици, но са много по-тежки, защото се движат в допълнителните измерения,” казва тя. “В нашия модел, тези частици обикновено се разпадат в детектора, защото закривената геометрия им придава голяма вероятност за взаимодействие, но те могат също така да взаимодействат извънредно слабо и просто да напуснат детектора, без да оставят друга следа освен липсващата енергия”. Подобен подпис може да се остави и от обикновени частици, които в буквалния смисъл изчезват в допълнителните измерения, макар че според Грийн допълнителните измерения са прекалено малки, за да може физиката на браните да се наблюдава в ГАК. “Ако аз бях експериментатор, вероятно това би било последното обяснение, към което бих се обърнал за липсващата енергия,” казва той.

Един по-правдоподобен, но в никакъв случай по-сигурен сценарий за ГАК е откриването на суперсиметрията. Макар да възниква в струнната теория, суперсиметрията се смята за по-важна във физиката на елементарните частици. Така например, в контекста на “минималното суперсиметрично разширение” на Стандартния модел (MSSM) ненарушената суперсиметрия в електрослабата скала разрешава йерархичния проблем, тъй като суперсиметричните частици компенсират квантовите корекции, които биха довели до разходяща маса на Хигс. Суперсиметрията води също така до “велико обединение”, при което константите на трите взаимодействия в Стандартния модел се сливат при много по-високи енергии, като най-леката суперсиметрична частица представлява естествен кандидат за тъмната материя, която съставя основната маса във Вселената.

“Суперсиметрията е твърде важна за струнната теория, но не съществуват задължаващи аргументи за това как и при какъв мащаб тя се нарушава”, казва Съскинд. “Неприятният факт – и, повярвайте ми, аз никак не го харесвам – е, че ако суперсиметрията бъде открита, тя ще бъде добра за струнната теория; но ако не бъде открита, тя няма да изключи теорията. Така че не бихме могли да твърдим, че откриването на суперсиметрия в ГАК е предсказание за струнна теория”. В действителност, струнната теория може изобщо да не се нуждае от суперсиметрия, казва Шамит Качру от Станфордския университет. “Суперсиметричните решения са най-лесни за изучаване, но теорията разполага с широк диапазон от не-суперсиметрични решения, при които нарушаването на суперсиметрията става при много по-високи енергии от тези в електрослабия мащаб.”

Неспособността на суперсиметрията да осигури определен тест за струнната теория, представя нейната роля по-скоро като структура на фундаменталната физика, отколкото като теория с конкретни предсказания. Подобни трудности има и квантовата теория на полетата.

Тъй като струнната теория често е критикувана, задето не е така добре формулирана като Стандартния модел, има известна ирония в това, че един от най-конкретните модели на струнната теория – формулировката на квантовата гравитация в определени геометрии с отрицателна кривина – е математически еквивалентен на квантова теория на полето, подобна на КХД. Според Грос, дуалностите между струнната и полевата теория биха могли да означават, че струнната теория е точно това: определен тип квантова теория на полето.

Аналитичен инструмент

Връзката между струнната и полевата теория беше обект на повече от половината доклади на “Струни 07”. Изследванията в тази област на струнната теория започнаха през 1997, когато Хуан Малдасена, който сега е в Института за авангардни изследвания в Принстън, установи, че теорията на квантовата гравитация, формулирана в закривено 5-мерно “анти Де Ситер” (АДС) пространство-време, описва точно същата физика като простата 4-мерна квантова теория на полето с конформна симетрия (КСТ), съществуваща на границата на това пространство-време. Тези конформни полени теории включват суперсиметрични версии на КХД и изглеждат така, като че ли са “биографични проекции” на теорията с по-висока размерност.

“Вече имахме пряко експериментално доказателство, че струните затварят кварки вътре в адроните”, казва Малдасена. “Но дуалността АДС/КСТ дава конкретна реализация на тази идея за определени калибровъчни теории от тип КХД. Тази дуалност беше особено популярна през 2005, когато благодарение на нея струнната теория беше постигнала крупен експериментален резултат. Именно тя даде възможност в Брукхайвънския колайдър на тежки йони да бъдат моделирани определени аспекти на кварк-глюонната плазма – екстремално състояние на материята, в което кварките се държат като свободни частици. На такива големи разстояния, силното взаимодействие

не се поддава на аналитичен подход, което означава, че струнната теория може да помогне там, където пертурбационната КХД не успява. Съскинд казва, че изучаването на сблъсъците на тежки йони същевременно е изучаване и на квантовата гравитация, която е “увеличена и забавена с множител 10^{20} ”.

Повечето струнни теоретици смятат, че дуалностите между струнната теория и калибровъчните теории са толкова мощни, че е само въпрос на време, преди да бъде изобретен гравитационният “дуал” на реалната КХД. “Струнната теория не би била в своето сегашно състояние, без дуалностите като хипотезата на Малдасена, който показва, че струните са емергентни същности, а не изходни точки на теорията, както традиционно се смяташе”, казва Полчински. “Успешното приложение на АДС/КСТ към физиката на релативистките сблъсъци на тежки йони беше изненадващо, защото отначало ние смятахме, че имаме само една абстрактна аналогия”. “А освен това, АДС/КСТ дуалностите могат да се окажат приложими към такива проблеми от физиката на кондензираната материя, които се коренят в 2-мерните квантово-полени теории и които нямат класическа граница – например проблемът за високотемпературната свръхпроводимост. Оптимизмът на Полчински обаче не се споделя от Фил Андерсън (Нобелова награда за 1977 за постиженията му в електронната структура на магнитни и неопределени системи): “Това е преувеличение. Свръхпроводимостта е експериментална наука, а повечето струнни теоретици не разбират нищо от експерименти.”

Теглени от размерностите

Колкото и полезна да се окаже струнната теория като инструмент за разработка на квантовите теории на полето, това трудно би обяснило защо около 1500 физици от целия свят са посветили кариерите си на този предмет. Истинската причина е, че струнната теория не само предлага квантова теория на гравитацията, но заедно с това обещава да обедини всички фундаментални взаимодействия в природата. Така че тя най-малкото трябва да си съперничи с феноменалния успех на Стандартния модел, при описанието на богатия спектър от частици и взаимодействия, които се наблюдават при експериментите. “След гравитацията, втората най-поразителна черта на струнната теория е, че от нея по естествен начин се получава нещо, което е качествено сходно със Стандартния модел”, казва Уитън. “Това не означава, че детайлите на Стандартния модел са добре описани, защото те определено не са.”

Общият проблем е, как от естествената симетрия на струнната теория в 10D да се постигне нерегулярният асиметричен свят на физиката на елементарните частици в 4D, без да се загуби прекалено много от обяснителната мощ – проблем, който Уитън и други частично разрешиха през 1985, като използваха 6D пространства, наречени многообразия на Калаби-Йо.

Това отприщи мощен поток от нови модели, доколкото “ефективните” 4D-теории, които следват от компактифицирането на 6D-пространствата, улавят много от съществените черти на Стандартния модел. “По-рано мнозина от привържениците на формалната струнна теория вярваха, според мен наивно, че теорията някак-си би

подбрала Стандартния модел като предпочитано решение”, казва Фернандо Куеведо от Кеймбриджския университет. “Но привържениците на струнната феноменология избраха друг път – строят колкото е възможно по-реалистични модели.”

Така например, в допълнение към калибровъчните полета на силните и електро-слабите взаимодействия, моделите съдържат кварки и лептони с правилните спинове, заряди и други квантови свойства. Нещо повече, тези частици са “хирални” – жизнено важно свойство на електрослабите взаимодействия, което отличава лявото от дясното – и също така са подредени в три генерации – точно както е в Стандартния модел (това се постига в многообразието на Калаби-Йо, съдържащи например правилния брой “дръжки” и “дупки”). Някои модели съдържат също частици на Хигс и даже “връзки на Юкава” с Хигсовите частици, макар че от друга страна съществуват хиляди многообразието на Калаби-Йо, които не възпроизвеждат нищо, наподобяващо структура на Стандартния модел.

Едно съществено свойство на частиците, което обаче струнните феноменолози се затрудняват да обяснят, е тяхната маса, при все че положението не е много по-добро и в Стандартния модел, където, масите се вкарват “на ръка”. В своята 10D суперсиметрична форма, струнната теория съдържа безкрайна “кула” от масови състояния като кратни на Планковата константа, съответстващи на хармоничните на трептящата квантова струна. Така че, при използваните досега относително ниски енергии, струнната теория предсказва, че масите даже на най-тежките частици в Стандартния модел – топ кваркът и бозоните W и Z на слабото взаимодействие с измерени стойности по-малки от 0.1 TeV – са нулеви. За да генерират маси на частиците, струнните теоретици трябва да намерят някакъв механизъм, който нарушава суперсиметрията при ниски енергии. Но по пътя към това, те трябва да укротят множество параметри, наречени “модули”, които управляват размера и формата на компактните измерения. Една типична компактификация съдържа до 100 модула, всеки от които съответства на скаларно поле в 4D-теорията, и тъй като суперсиметрията осигурява безмасовост на тези полета, струнната теория предсказва множество далекодействащи, подобни на гравитацията, сили, които ние просто не наблюдаваме.

“През последните 20 години, главните препятствия пред струнната теория при опитите да се намери връзка с физиката на ниските енергии, бяха проблемите на нарушената суперсиметрия и стабилизирането на модулите,” казва Куеведо. “Притеснявах се, че моята кариера ще завърши, преди някой да е показал как да се постигне това.”

Прекосявайки панорамата

Пробивът настъпи през 2001 заедно с факта, че компактификациите на Калаби-Йо могат да поддържат потоци, подобни на електричните или магнитните потоци. Полчински, Качру и др. установиха, че при включването на такива потоци (те вече съществуваша в някои “суперсиметрични тензори” на теорията, но бяха приравнени на нула) и при “разнищването” им в закривените топологии на пространствата на Калаби-Йо много от модулите можеха да придобият маси и затова не противоречаха

на експеримента. Но на останалите модули все още не можеха да се придадат маси, нито пък по контролируем начин да се наруши суперсиметрията в такива “потокови компактификации” при достатъчно ниски енергии.

Това беше постигнато през 2003 от Качру, Р. Калос, А. Линде и С. Триведи, които прибавиха към сместа още съставки, като например “анти-D-брани”. Статията на “ККЛТ” е една от най-важните в струнната феноменология и космология, при все че механизмът на нарушаване на суперсиметрията не е достатъчно изяснен, за да удовлетвори някои формални изисквания.

Оттогава Куеведо и много други разработват сценария на ККЛТ, с цел да създадат по-добри модели с проверими предсказания. “За пръв път успяваме да изчислим масите на суперсиметричните частици в широки класове от модели и да ги съпоставим с данните от ГАК,” казва Куеведо. Той добавя, че техните модели съдържат също вероятен кандидат за тъмна материя под формата на частица с маса MeV, която се разпада на електрон – позитронна двойка. “Това би могло да обясни сигнала от 511 keV в центъра на нашата галактика и макар че няма да осигури проверка на самата струнна теория, вероятно ще ограничи класовете от струнни модели.”

Главният стимул за построяването на модели, включващи тези на Рандал и Съндръм, както и много други, е ГАК. Макар че много от техните привърженици са преди всичко феноменолози, а след това струнни теоретици, тези модели – по метафората на Уитън – показват на теоретиките къде е най-добре да се копае. Ако не друго, струнната феноменология поне показва, че струнната теория е в близък контакт с експеримента, което се илюстрира от способността ѝ да обясни откритата през 1998 много малка маса на неутриното.

Има обаче един труден експериментален факт, който никой струнен теоретик не би могъл да пренебрегне, и друг, който в момента е обект на оживени спорове вътре в струнната общност. Става дума за откритието, направено преди 10 години при наблюдения на далечни свръхнови, че разширението на Вселената е ускорително. Сегашното най-добро обяснение на тази “тъмна енергия” е, че вакуумът притежава малка положителна плътност на енергията, наречена космологична константа, чиято стойност е 10^{-120} в Планкови единици. Ако това обяснение се окаже вярно тогава, наред с другите си проблеми, струнната теория се оказва в центъра на една от най-тежките загадки във физиката: защо космологичната константа има такава невероятно малка стойност?

Струнната теория може да потърси изход от проблема с космологичната константа с помощта на ККЛТ механизма, тъй като от избора на това, кои потоци да бъдат включени и как те да бъдат намотани около определено множество на Калаби-Йо, следва различна “вакуумна енергия”. Големият успех на този подход се състоеше в това, че прибавянето на D-брани наруши суперсиметрията и “повиши” вакуумната енергия до малка положителна стойност, съответстваща на положително закривената “вселена на Де Ситер”, която наблюдаваме (суперсиметрията осигурява нулева стойност на космологичната константа). Но без да имаме правила, с чиято помощ точно да определим

кои потоци да бъдат включени, нито къде да поставим D-браните, струнната теория може да генерира коя да е от 10^{500} малко различаващи се, но допустими вселени. Без да имаме начин да избираме от толкова много решения, тази “панорама” – термин, създаден от Съскинд през 2003, с цел да опише върховете, долините и проломите, прокарани от всички възможни стойности на космологичната константа, би могла да превърне струнната теория от потенциална теория на всичко, в теория на много малко – извод, който се изтъква от някои от критиците.

“Този предполагаем проблем с теория, която има много решения, никога по-рано не е възниквал в науката,” казва Грийн. “Съществува ‘панорама’ от решения на общата теория на относителността, но все пак никой не твърди, че теорията е безсмислена, защото само някои от тях описват наблюдаемата физика, докато останалите нямат значение. Трудността при струнната теория е в това, че всяко различно решение определя различна съвкупност от частици и полета – не просто различна геометрия на пространство-времето.”

За да се избере от тези възможности един вакуум, както посочва Майкъл Дъглас от университета Рътгърс, ще трябва да се измерят 50 или повече независими параметра (т.е. модулите) с точност до десетия знак. “Като отчитаме космологичната константа, която е измерена до около 120-я десетичен знак, бихме могли да очакваме, че близо 10^{250} на брой вакууми ще съответстват на Стандартния модел при равномерно разпределение на всички параметри,” казва той.

Оказва се обаче, че това огромно пространство от подобни решения е тъкмо она-ва, което търсеха космолозите. “Трудността при обяснението на малката, но ненулева стойност на космичното ускорение – а това означава, че нашата Вселена е метастабилна – накарало много от физиците да разсъждават в термините на мултивселена,” казва Уитън.

Струнна космология

Независимо от каквито и да било панорами, на струнната теория неминуемо би се наложило в някакъв момент да се сблъска с космологията. “Айнщайн ни учеше, че когато се занимаваме с гравитацията, няма да е достатъчно просто да описваме вселената в даден момент,” казва Грос. “Ние трябва да описваме всичко: началото, средата и края. Решението на струнната теория наистина е пространствено-времева история – няма нищо специално в състояние, което се оказва метастабилно в продължение на няколко милиарда години.” А тъй като поради това подобно решение трябва да се отнася до космологични сингулярности, какъвто е Големият взрив – ситуации, подчертава Грос, където физиците не знаят даже как да дефинират наблюдаемите величини – никое от днешните решения на струнната теория не може да описва реалистични космологии.

Въпреки това, сценарият ККЛТ направи построяването на космологични модели перспективен начин за свързване на струнната теория с експеримента. “Основните на струнната теория не могат да се проверяват в мощни ускорители, така че ранната вселена е единствената лаборатория, в която можем да изучаваме съответните енергии,” казва Калош. Въпросната космологична епоха е инфлацията – период на експоненци-

ално разширяване, което възниква 10^{-35} s след Големия взрив и което обяснява защо Вселената е еднородна в най-големи мащаби. Като фундаментална теория, струнната теория би трябвало да е в състояние да обясни микроскопския произход на инфлацията, а именно скаларното поле или “инфлацията”, която по предположение представлява огромно разширение.

През 1999 Джиа Двали от Харвардския университет и Хенри Тай от Корнелския университет се досетиха, че една D-брана, в тясна близост до анти-D-брана, би могла да свърши това твърде добре, като разстоянието между браните осигурява полето на инфлацията и края на инфлацията, когато браните накрая се сблъскват. Колкото и странно да звучи това, Пол Стейнхарт от Принстънския университет и Нийл Търък от Кеймбриджския университет развиха подобни идеи при опита си да обяснят космическата еволюция, като допуснаха, че Големият взрив фактически е бил причинен от сблъсък между нашата 3-брана с друга, паралелна 3-брана. В подобни “циклични модели”, тези катаклизмични процеси стават на всеки няколко трилиона години, когато нашата брана се носи в обема с по-висока размерност, при все че много струнни теоретици са скептични спрямо претенциите, подобни модели да са способни да решават проблема за космичната сингулярност.

След 2003, конструкцията на ККЛТ даде на изследователите по-ясна представа за енергията на вакуума, като космични струни. Това са фундаментални струни, които по време на инфлацията са били раздути до космични мащаби. Тъй като са твърде масивни, те биха разкрили своето присъствие посредством ефекта на гравитационните лещи. “Свързването на D-струни с фундаментални струни, би довело до мрежа от струни в космоса, а това би било неопровержимо доказателство в полза на струнната теория,” казва Грийн. Подобни масивни струни могат също да са източници на гравитационни вълни, така че те ще могат да се уловят от детекторите на гравитационни вълни. “Това е твърде дръзко предположение, но ние би трябвало да знаем отговора в рамките на 5-10 години,” казва Полчински.

Гравитационни вълни биха могли също така да се излъчват при фазови преходи в ранната вселена, когато нашата 3-брана се е стабилизирала от сценарий на брана с по-висока размерност. Но ако гравитационните вълни трябва да бъдат регистрирани в космическия микровълнов фон, тогава повечето струнно-инфлационни модели ще трябва да се изключат. Причината е, че инфлационната енергия, която определя амплитудата на такива първични гравитационни вълни, трябва да е била достатъчно ниска, за да не позволи на шестте компактни размера в струнната теория да се разгърнат до макромасшаби наред с трите, които наблюдаваме.

Това е ясен пример за начина, по който струнно-космологичните модели биха могли да се проверяват експериментално, макар че според Калош и струнно-теоретичното обяснение на космологичната константа също подлежи на експериментална проверка.

Основният проблем в струнната теория е нашата липса на разбиране на космологичните сингулярности, какъвто е Големият взрив. Ние не знаем дали времето е възникнало заедно с Големия взрив. Ако е така, не можем да дадем точно обяснение

на възникването на времето. Но черните дупки биха могли да ни помогнат да разберем този проблем по-добре.

А-думата

Мнозина струнни теоретици биха били много доволни, ако космологичната константа се окаже грешно обяснение на тъмната енергия, тъй като това би означавало, че в крайна сметка вакуумът е уникален, а не някаква случайна метастабилна точка в панорама с други 10^{500} . “Това ще ми възвърне отдавнашната надежда, че някога ще можем да изведем константата на фината структура от първи принципи,” казва Уитън.

Обаче други, като например Съскинд, смятат, че вече разполагат с обяснение на космологичната константа. Това е така, защото инфлацията предлага убедителен физически механизъм за заселване на струнната панорама, тъй като квантовите флуктуации на инфлационното поле биха накарали различни области на пространство-времето да се раздуват и следователно поражда “мултивселена” от причинно несвързани вселени, с различни космологични константи.

“Единственото познато ми непротиворечиво обяснение на космологичната константа – доколкото противоречиви възникват горе-долу на всеки три месеца – е, че като следствие от инфлация, Вселената е извънредно голяма и възможно най-разнообразна,” обяснява Съскинд. “Панорамата изглежда толкова голяма, че статистически ще допусне малката космологична константа, необходима за нашето съществуване: става дума за А-думата!” А-думата означава “антропен” – това е идеята, че свойствата на природата се диктуват от факта, че ние сме тук, за да ги наблюдаваме, – и това изнервя струнните теоретици даже повече от споменаването на “Смолин” или “Войт”.

Макар да има някои резерви относно антропния принцип, през 1987 Стивън Уайнбърг (Нобелов лауреат от 1979 за електрослабата теория) от Тексаския университет в Остин, използва антропни аргументи, за да наложи горна граница на космологичната константа, като прави количествена оценка на отклонението от стойността ѝ, което все още би допускало да съществуват галактики, а поради това и човешки същества. Полчински, който през 2000 беше един от първите, които посочиха потенциалната роля на антропните аргументи за струнната теория, си спомня как се е чувствал през 1998, когато данните от свръхнови потвърдиха предсказаната от Уайнбърг извънредно малка стойност. “Макар вече да беше ясно, че струнната теория се съгласува с антропната оценка на Уайнбърг за космологичната константа, аз бях много огорчен, когато тази оценка се потвърди, защото никак не ми се искаше това обяснение да е вярно.”

Обаче за Съскинд и другите привърженици на антропната панорама, триумфът дойде през 2003, когато Линде и останалите използваша инфлационната теория, за да оценят по ККЛТ механизма времето на разпад на метастабилната вселена. Оказа се, че това е точно същото число, което Съскинд, прилагайки съвсем общи аргументи от струнната теория, беше получил като време на живот на вселената на Де Ситер. “Когато съобщихме новината на Съскинд и неговните сътрудници,” спомня си Линде, “те се зарадваха, защото това потвърждаваше интуитивните изводи на Съскинд

относно панорамата.” Според Линде, от космологична гледна точка, възможността да се оправдае прилагането на антропния принцип в контекста на инфлацията е един от най-силните аргументи в полза на струнната теория.

С известно огорчение Грос приема, че антропната аргументация е логично решение на проблема за космологичната константа. “Това, което ме притеснява обаче е, че хората се опитват да го превърнат в силен принцип, който би позволил да пресмятаме вероятността да съществуваме в ‘подходящ’ свят”, казва той.

Грос подчертава, че и в миналото физиците са успявали да обяснят някои малки числа. “Масата на протона е 10^{19} пъти по-малка от естествения мащаб – Планковата маса, – така че това би трябвало да ни парализира. Но вместо това ние открихме асимптотичната свобода (за която Грос получи Нобеловата награда): КХД ни учи, че истинското отношение на масите не е 10^{19} , а е $\log(10^{19})$, защото константата на взаимодействие се изменя с енергията, а това КХД може да обясни. Ако разполагаме с подобен задължаващ динамичен механизъм, обясняващ неестествено малката стойност на космологичната константа, 95% от хората, приемащи антропните аргументи – включително и Съскинд – биха се отказали от тях.”

Не всички струнни теоретици заемат такива крайни позиции като Грос и Съскинд в антропния дебат. “Антропната интерпретация на панорамата е относително тривиална,” казва Шуорц. “Ние не знаем каква част от фундаменталната физика може да се изведе математически и каква част се определя от материалната среда. Цялата тази антропна история е опит да бъдат обяснени свойствата във втората част, но според мен това е преждевременен опит, щом като не знаем какво принадлежи към всяка от тези части.”

Качру, който е “в средата” при интерпретацията на панорамата, смята, че идеята е преекспонирана. “Преди да се появи Нютоновата теория на гравитацията, хората са били много озадачени от отношенията на разстоянията между планетите,” казва той. “Но с възникването на тази теория, проблемът не беше решен – отношенията в действителност се определяха от началните условия. Хората биха могли да кажат, че след като се намираме на правилното разстояние от Слънцето, за да може водата да остава течна, то от Нютоновата гравитация може да се извлече дълбок антропен урок. Вместо това обаче, те се насочиха към решаването на други динамични проблеми. Същото би могло да се отнася до нашето днешно схващане за космологичната константа.”

Към следващата революция

Изминали са 23 години от времето на “първата суперструнна революция” и почти половината от този период е изтекла и след втората. Дали това означава, че в нашите схващания за струните може да настъпи и трета революция? Според Съскинд именно панорамата е следващата революция и от космологична гледна точка тя дори е по-значителна от предните две. “Като промяна на начина, по който разбираме света, антропната панорама със сигурност е толкова значителна, колкото са и другите революции,” добавя Полчински. “Заедно с това обаче, в някакъв момент ще възникне въпросът: кое е уравнението? Още не се знае колко далеч сме от него и каква ще бъде неговата форма.”

Повечето струнни теоретици смятат, че откриването на основните уравнения на струнната теория или на М-теорията е най-голямото предизвикателство, пред което сме изправени. В края на краищата, колкото и добри да са феноменологичните модели, всички “решения” на струнната теория са само приблизителни. “Този въпрос наистина ме интересува,” казва Уитън, “но ако не се занимавам непрекъснато с него, то е, защото трудно мога да намеря посоката на напредъка.”

Междувременно Грос смята, че първата истинска революция в струнната теория тепърва ще се случи. “На квантовата механика ѝ трябваша 20 години, за да се развие и да стигне до кулминация с работите на Хайзенберг и Шрьодингер. Но за разлика от това, което стана в струнната теория от средата на 1980-те до 1990-те, квантовата механика изкорени цялата идея на класическия детерминизъм по начин, който и до днес не е напълно разбран. За да се завърши струнната революция, ни е нужен някакъв светъл младежки ум, който да си играе и да прави проникателни хипотези – подобно на Хайзенберг, който се забавлявал ту с експериментални резултати, ту с комутационни съотношения, докато се натъкнал на матриците.” Действително, един от аспектите на струнната теория, който смущава Съскинд е това, че тази теория не предлага проясняване на загадките на квантовата механика.

Така че, какво можем да кажем за онези големи обещания за теория на всичко, които струнните теоретици даваха през бурните дни от средата на 1980-те години? “В миналото бях критичен спрямо част от реториката на някои от струнните теоретици,” казва Хауард Джордж от Харвардския университет, един от откривателите на суперсиметричното разширение на Стандартния модел през 1981. “Но мисля, че този проблем значително беше коригиран, след като теоретиците осъзнаха колко сложна е всъщност струнната теория. Загрижен съм относно фокусирането на младите теоретици върху математическите детайли, а не върху онова, което според мен е физика на реалния свят и на експериментите по разсейване; но при малко повече късмет, ГАК ще се погрижи за това, като ще напомни на хората колко интересен може да бъде реалният свят.”

Колкото до идеите отвън заплахи спрямо общността на струнните теоретици, само малцина струнни теоретици смятат, че понякога отрицателният образ на струнната теория в широките обществени кръгове би могъл да окаже друго въздействие освен само да раздразни хората. “Причината ‘Смоит [Смолин/Войт]’-атаката да не причинява сериозни поражения е, че струнната теория можа да каже съществени неща на широк кръг от физици и математици – от теоретиците на черните дупки, ядрените физици и феноменолозите на елементарните частици, до геометрите. Хората от добрите физически факултети знаят това,” казва Съскинд.

Герард т’Хуфт (от университета на Утрехт), който през 1999 получи Нобеловата награда за работите му в електрослабата теория, смята, че дискусиите относно достойнствата на теориите трябва да бъдат ограничени в рамките на професионалните кръгове. “Когато се обръщаме към по-голяма публика, ние създаваме впечатлението, че най-общи аргументи биха били достатъчни, за да се дисквалифицира този вид изследване, но случаят съвсем не е такъв. Струнните теории извадиха на бял свят един

огромен масив от математически знания и въпросът до каква степен тази математика описва реалния свят, е извънредно техничен.”

Все пак, най-големите грижи на струнните теоретици са свързани с експеримента. “Проблемът е, че физиката на елементарните частици и космологията са твърде скъпи, а понякога едно откритие много трудно може да се обясни на политици или даже на учени от други области,” казва Уитън. “Не мисля, че проблемът е във финансирането на теоретиците, но смятам, че когато се появят вълнуващи нови идеи, хората ще искат да работят върху тях.” Именно затова ГАК привлича нови попълнения във феноменологията, което става за сметка на по-формалните изследвания в струнната теория.

Поради това, напълно разбираемо е “Струни 08” да се състои в CERN. Първоначално тази конференция се планираше да съвпадне с осъществяваните при най-високи енергии сблъсъци на частици – когато гигантските подземни детектори на ГАК ще засвяткат при появата на мини-черни дупки, на суперсиметрия или на допълнителни измерения – неизправните магнити и други забавяния означаваха, че вероятно данните няма да бъдат в такова количество, каквото струнните теоретици биха желали да има към края на 2008. На фона на объркания свят на експеримента нещата изглеждат така, като че ли теоретиците отново са с няколко крачки напред.

Налага се изследователите да прехвърлят мост над зеещата пропаст между експеримента и теорията, преди да се уверят, че основният природен слой наистина представлява какофония от трептящи струни. Повечето теоретици са склонни да изчакаят, преди да се получи дефинитивен отговор на въпроса дали струнната теория е жизнена физическа теория. “Чувал съм една история,” разказва Уайнбърг, “че когато запитали Джоенлай [китайския министър-председател] какво мисли за Френската революция, той отговорил: ‘Още прекалено рано е да говорим.’ Същото бих казал и за струнната теория”.

(Matthew Chalmers. *STRINGSCAPE*. “Physics world”. September 2007; p. 35)
Превод: М. Бушев

Посетете нашия сайт
WOP.COINTECH.NET

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

Посетете и нашия онлайн магазин
<http://wop.cointech.net/e-shop/>,
откъдето можете да закупите всички броеве на списанието.

НЕЛЕГАЛНИЯТ АКАДЕМИК КОЛЯ ДМИТРИЕВ

Нъшан Ахабабян

*„Коля, може би единствен сред нас, носи искра Божия.
Може да се помисли, че Коля е тихо, скромно момче. Но всъщност
всички ние благоговеехме пред него като пред висш съдия”.*
Я.Б.Зелдович

Необходимо предисловие

Искаше ми се да озаглавя настоящото есе „Потомък на Ботев четник участва в създаването на съветската водородна бомба”, но като си помислих, какво могат да забъркат, попаднало то в ръцете на разюздани журналисти, се отказах. Въпреки, че нещата тръгнаха от там...

През пролетта на 2008 г. получих e-mail от непознат подател – проф. д-р Н.Чаракчиев – от далечно Чикаго: „А знаете ли г-н А., че Н.А.Дмитриев е внук на Ботев четник и мой втори братовчед?” Беше попаднал на един мой текст от 2004 г [1], свързан с направата на водородната бомба в Съветския Съюз, в който под линия, където се изброяваха наградните със Сталинска премия руски учени, се споменаваше и това име... Наистина, като се разрових, установих, че в своите „Спомени” А.Д.Сахаров споменава за „Коля Дмитриев” с възхищение [2], но кой и как да направи връзка... с български произход и с Ботевата? Едва когато получих от признателните му български роднини ксерокопия на двата тома – за и от Н.А.Дмитриев [3] – се замислих по-дълбоко за историята на ядреното въоръжение, която се разви почти през цялата втора половина на XX век.

Наистина, знаехме за „бащите” – Опенхаймер, Курчатов, Харитон и Телер, Сахаров... Около тях кръжаха Бете и Улам, Зелдович... В мъглата се появяваха и други имена, изплуваха легендите за тях. Дори с някои от тях се бяхме не само срещали, но и разговаряли, а пък и удоволствието да чукнем чаши: Гинзбург, Фьоров и Мещеряков... Обаче, в клишето „многохилядната армия от учени, инженери и техници, дали своя принос” потъваше уникалната история на толкова индивидуалности, личности, често с трагична съдба...

И затова сега, след като толкова неочаквано ми се откри такава уникална възможност, заслужава да се разкаже малко повече за сложната и невероятна жизнена траектория на една талантива и сложна личност като Николай Александрович Дмитриев.

Корените. Прадядо на нашия герой Николай Александрович Дмитриев – свещеник хаджи Димитър от Сливен е типичен български възрожденец от първата половина на XIX век. Той има трима сина и две дъщери. Най-големия, Константин (род. 1850г.), е изпратен през 1872г. във Военното училище в Одеса. Обявената през 1876г. Руско-турска война го заварва като портупей-юнкер и той тръгва към Сърбия. В Кишинев научава

за сформирането на Ботевата чета, която се готви да премине в България и на 8 май в Турну Магурели – сборното място на четата – постъпва в нея. Участва в битките срещу редовна турска войска, срещу черкези и башибозуци, ранен е още в първите сражения и след разбиването и разпръскването на четата, заедно с няколко четници, след дълги лутания, гладен и изтощен, достига до София, където повече от три месеца се укрива в къщата на баба Стоянка Цонкова. Заслужава да се отбележи, че Константин е един от осемте Ботев четници, останали живи и незаловени от турците. Снабден с чужд паспорт, той успява отново да замине за Одеса, да завърши военното си образование и да служи като офицер в руската армия при Александър III и Николай II. Оженва се за Анастасия Минкова от Сливен, и продължава да служи в Руската армия, участвайки като щабс-капитан в Руско-японската война. Имат две деца – Александър, роден през 1893 г. в Холм (днес в Полша) и дъщеря Мария [4].

Александър тръгва по пътя на баща си, учи в кадетския корпус в г. Полоцк (Витебска губерния) и завършва Николаевското военно-инженерно училище в Петроград. Участва в Първата световна война като офицер в сапъорски батальон, след революцията воюва в състава на бялата армия, а след хаоса на гражданската война през 1922 г., вече в Киев, е началник на арсенала на червената армия. Скоро той е уволнен от армията и се отзовава в Таганрог, където среща бъдещата си жена Валентина Маркова Горкова (р. 1897), с която се женят през 1923 г. и се заселват в Москва. Там, на 27 декември 1924 е роден Николай (В началото на 1926 г. се ражда брат му Борис, а по-късно – през 1931 г. сестричката му Елена).

Вундеркиндът Коля

Коля расте в сложните (икономически, социални и политически) условия на 30-те години. През 1927 г. баща му е арестуван и изселен за 3 години в Тюмен (Сибир), а когато се завръща, Коля пита: „Мама, кой е този?” Семейството се заселва в Тоболск. Коля расте като спокойно и явно надарено дете – на 4 годишна възраст чете и смята, и до 9 годишна възраст се възпитава и обучава в къщи под грижите на баща си и постъпва направо в 3-то отделение. Много скоро необикновените му способности са забелязани, познат на семейството пише писмо до Народния комисариат по просветата, от където пращат комисия да се запознае със случая.

Решението на комисията е: семейството да се пресели в Москва в предоставената 5 стайна квартира на „Садовое кольцо”, стипендия



Коля на 9 години



Коля Дмитриев като студент, 1939 г.

от 500 рубли месечно (заплатата на баща му е 250 рубли) и обучение в „Образцово-показното училище „Радищев“, където преподават академиците Колмогоров, Лузин и Берг! А на 1 ноември 1933 г. във вестник „За комунистическото просвещение“ излиза статия (и снимка) под заглавие „Явление, срещано веднъж на столетие: 9-годишния математик Коля Дмитриев“ в която се казва: „Момчето притежава изключителни качества. Поразителни са познанията му в областта на аритметиката, алгебрата, геометрията, тригонометрията, географията, историята и естествознанието. Отговаря съвършено точно и правилно на най-сложни математически въпроси и решава трудни геометрически задачи“. А в експертизата на професор Чистяков пред кореспондента на вестника се казва: „Детето има необикновено голям обем знания. Притежава огромна способност да съобщава. Без съмнение имаме работа с изключителна надареност.

През своята четиридесет годишна дейност

такова нещо не съм виждал. Случвало ми се е да срещам забележителни „сметачи“, но за щастие в случая нещата отиват много по-далеч. Такива явления се срещат веднъж на столетие. Това дете е от типа на Паскал“. За него и за неговите успехи (той е и един от петимата победители на V-Математическа олимпиада) пишат още няколко пъти в централните съветски вестници („Правда“, „Комсомолска газета“, „Вечерная Москва и др.). Завършва през 1939г. средното си образование и, ненавършил 15-годишна възраст, пионерът Коля Дмитриев се записва студент в Механо-математическия факултет на Московския Държавен Университет (МГУ).

Още в началото на войната баща му постъпва в Опълчението и скоро изчезва – последното писмо от него е от 1941г. Майка му с трите деца е евакуирана в Башкирия, а Коля остава в Москва да учи до евакуацията на студентите от ММФ през 1943г. в Казан, а след това в Ашхабад, а през 1945г., след завръщането на студентите в Москва, завършва висшето си образование, но не с „червена диплома“, каквато тогава се връчва на пълните отличници, а с две „четворки“ – по политикономия и военна подготовка и с присъдена му специалност „математик“, с право на научна работа и преподаване в средните училища. При този хаос по време на висшето си образование, той няма никакви добри спомени и удовлетворение от обучението си – нито по математика, нито по физика. Много неща по-късно той трябва сам да запълва.

Веднага е назначен за младши научен сътрудник в елитния Математическия институт „Стеклов“ на АН, а през лятото на 1946г. полага изпитите за аспирант и на 20 годишна възраст става аспирант на световно известния математик академик А.Н.Колмогоров. Той прави три блестящи работи – двете съвместно с известния по-късно Е.Б.Дынкин, свързани с теорията на стохастичните матрици и публикувани през 1946 г. в „Известия на АН СССР“, а третата в съавторство с Колмогоров, свързана с разклоняващите се случайни процеси, публикувана през следващата година в „Доклади на АН СССР“ [5], която се счита за основополагаща в областта на теорията на тези процеси. Това, което се нарича летящ старт в науката! Ех, разбира се, освен талант, трябва да имаш и известна доза късмет – да попаднеш на такъв учител...

Но, по това време е атомната бомбардировка на американците на Хиросима и Нагазаки. Коля, който се е надявал, че след войната светът ще еволюира към социализма, а се натъква на началото на студената война и на възможностите за ядрен шантаж, решава: „Ето за какво заслужава да се отдадат 10 години от живота: създаване на съветска атомна бомба!“. Това е бифуркационна точка от живота на Н.Дмитриев: съзнателно решение на 22 годишния младеж, което ще го изхвърли в друга време-пространствена област, и където той ще остане до края на живота си... След време известни математици ще оценят тази крачка като „голяма загуба на московската математическа школа“, но пък какъв шанс за по-нататъшния успех на съветските военни ядрени разработки!

И към края 1946г. той успява да се прехвърли в „Института по Химична Физика“ на АН, който след войната е преместен от Ленинград в Москва. Коля е назначен за младши научен сътрудник в Теоретичния Отдел, ръководен от чл.кор. Яков Борисович Зелдович. Задачата, която му е поставена, е формулирана: „да се определят критичните размери на сферичен въглероден блок, в който скоростта на горене е пропорционална на температурата“. Едва когато и Коля получава „допуск“ до секретност, Зелдович му обяснява, че става дума не за въглероден блок, а за уранов, а зависимостта на скоростта не е от температурата, а от плътността на неутронния поток...

„Обекта“

През 1945 г. съветското правителство решава, по подобие на американския Лос Аламос, да организира изследователски център извън Москва и избора пада на западното селище Серов, на около 300 км. югоизточно от Москва, в Нижегородска област. В началото на XVIII век там е съществувал манастир, по съветско време превърнат в трудова комуна и лагер за затворници. Напълно секретно и „закрито“ населено място, оградено с няколко реда бодлива тел и картени кули, изградено с труда на хиляди затворници. През 1946г. то е прекръстено на „Арзамас-16“ и е под командването на ген. П.М.Зернов, а лабораториите, наречени КБ-11 („Конструкторско бюро“) е под научното ръководство на акад.Юрий Борисович Харитон [6].

В началото на 1947г. част от Теоретичния отдел на Зелдович е преместен на „Обекта“, както още наричат това място. Скоро и Н.Дмитриев е командирован в Обекта,

където ще остане до края на живота си. Но още в Москва, през 1948 г., Н.Дмитриев се жени за Тамара Ивановна Поздишева (р.1923), инженер-металург, дъщеря на тогавашния зам.министър на черната металургия. В Арзамас им се раждат две деца – син Александър (р.1949) и дъщеря Вера (р.1951). През 1954 г. при трагични обстоятелства Тамара Ивановна се самоубива. По-късно, през 1957 г., вече в Арзамас-16, Николай Дмитриев се оженва за Людмила Василева Старкова, родена в Одеса през 1928 г., завършила математика в Харковския университет и която от 1952 г. работи в отдела, ръководен от Дмитриев. Семейството им се увеличава с още две деца – дъщеря Екатерина (р.1962) и син Васил (р.1964) [7]. С тях, до края на дните си (1972) ще бъде майката на Коля Валентина Марковна, която ще се грижи за многочленното задружно семейство [8].

По това време в КБ-11, в ТО (Теоретичния отдел) вече са А.С.Компанеев, Д.А.Франк-Каменецкий, Витали Лазаревич Голдански и други тогава известни и бъдещи знаменитости [9]. Настанени в една голяма стая, наречена „Холодильник имени Зелдовича“, те вече са заети с проблеми, свързани с определяне на критичните размери на уранови блокове с различна форма и обвити с различни обвивки. „Изчислителната им мощ“ се базира на логаритмични линейки и трофейни немски механични ръчни калкулатори „Триумф“, а мечтите – електрическите „Мерцедес“, са притежавани само от началниците. Секретността е такава, че никой не знае с какво се занимава другия, а вечер всички бумажки (в единствен екземпляр!) се заключават в железен сейф.

И още от самото начало на работата си по ядрено-взривната проблематика, Н.Дмитриев прави една от най-значителните си разработки – теорията на т.нар. „непълен взрив“ (НВ). Верижната реакция на деление на ядрата, от гледна точка на математиката, са именно разклоняващите се случайни процеси – точно това, което е изучавал Коля Дмитриев като аспирант. Разбира се, всичко това при конкретните условия на химическия състав на взривното вещество, динамиката на процеса и геометрични параметри на областта. Проблемът е, че в делящото се вещество, приведено в надкритично състояние и в определен момент облъчено с неутрони, трябва да се задейства верижната реакция, т.е. да се инициира ядреният взрив точно когато системата е достигнала максималните си параметри. Обаче в плутония винаги присъства „естествен“ неутронен фон и съществува вероятност този фон (или поток космични лъчи) сам да създаде верижна реакция, преди да е да е въведен външният неутронен източник. В този момент надкритичността на системата ще бъде по-малка от тази, за която е настроен неутронният източник, и енергеоотделянето (мощността на бомбата) ще намалее катастрофално или въобще няма да го има. Дмитриев (заедно с Д.А.Франк-Каменецкий) развива математическа теория, позволяваща предсказването (и съответно – предпазването) от „непълен взрив“. Оказва се, че с този проблем в Манхатънския проект в Лос Аламос (американските военни ядрени изследвания), се е занимавал Р.Пайерлс.

Това донесе и първата награда на Коля в КБ-11 (18 ноември 1948 г.) – „една месечна заплата“. Но само след половин година – на 29 август 1949 г. – вече след успешното

изпитание на първата съветска атомна бомба – „изделие РДС-1“ („Ракетния Двигател на Сталин“!) той е награден с орден „Червено знаме на труда“. Коля не е навършил 25 години, но вече анализира „влиянието върху надкритичността на малки изкривявания на границата на активния слой“, установил е „логаритмичните особености на плътността на неутроните на границата между две среди“, и е разработил теория на пертурбациите за изчисляване на надкритичността на системи с геометрия, отличаваща се от сферично-симетричната“.

Към края на 1949 г. Н.Дмитриев е превключен в разработката на „изделието РДС-6“ – първата съветска водородна бомба. През периода 1950-1951 той участва в групата, измерваща физическите характеристики на т.нар. „Физически котел на бързи неутрони“, провеждани в Челябинск-40, където той предсказва, а след това необикновено точно е експериментално потвърдена една от най-важните характеристики – константата на размножение на неутрони λ . И след успешния взрив на първата съветска водородна бомба, той е сред наградените със Сталинска премия (6 декември 1951). До края на 50-те години той има значими приноси в създаването и усъвършенстването на новите военни „изделия“, включително при създаването на най-мощната взривена термоядрена бомба.

През 1952 г. Г.Н.Фьоров предлага да се създадат и използват „разтворени системи“ – смес от високообогастен уран във воден разтвор като „ядрен запалител“. Идеята е, че при забавяне във водата на неутроните сечението им с различните изотопи на урана се увеличава близо сто пъти, с което ще се намали и без това оскъдното количество делящи се материали. Н.Дмитриев разработва методиката за пресмятане на критичните параметри на такава система и показва, че такива смеси, наистина с по-малка критична маса, са взривоспособни, но неподходящи за построяване на атомна бомба. По-късно такива „разтворени“ системи залягат в основата на създадените импулсни ядрени реактори, които днес се използват широко в радиационните изследвания. През 1953 г. Н.Дмитриев защитава кандидатска дисертация.

В средата на 50-те години, когато студената война е в разгара си, във въздуха на САЩ и СССР денонощно дежурят самолети с атомни бомби на борда. Освен паритет, търсят се и средства за защита. Първото предложение е създаване на „ЗУ“ – зенитен ускорител за протони с енергия 200 MeV, с които да се обстрелват противниковите самолети с атомни бомби с цел да се предизвика „непълен взрив“ и омаломощи разрушителната сила



Н.А.Дмитриев, 1955 г.

на бомбата. Оказва се, че с такива ЗУ трябва да се обгради целият защищаван район, самите устройства да бъдат обслужвани от по стотина специалисти... и реализацията е неимоверно скъпа. Тогава Зелдович, Франк-Каменецкий, Дмитриев и Родигин изготвят проект за противоатомна защита – на основата на разработената от Дмитриев теория на непълния взрив, при която с взривяване на атомна бомба с малка мощност във въздуха, се създава мощен поток от гама-кванти и неутрони, които биха довели до взривяване на всеки противников самолет, носител на ядрена бомба, преминаващ през такава област. И такива зенитни атомни ракети се създават и изпробват през 1957 г. Разбира се, през следващата година и американците изпробват подобни ракети. Това поставя задачата да се разработят такива атомни бомби, които да не се влияят от външно излъчване, и... спиралата на ядрената надпревара е навита отново...

Ролята на Н.Дмитриев при създаването на съветската атомна бомба е аналогична и сравнима с тази на Дж.фон Нейман и С.Улам за американския проект. „Той се отличаваше с феноменална памет и удивителна способност да вниква в дълбочина и до невероятни тънкости на най-сложни физически процеси. Достатъчно беше да се обърнат към него и да му поставят задача – нека бъде и най-трудната, но да му бъде поставена. И той я решаваше. Тези му възможности много активно експлоатираше Я.Б.Зелдович. А и Ю.Б.Харитон се консултираше с него нееднократно. След „тръбата“, а и при създаване на „слойка“ той има огромен принос. Сам Сахаров се консултираше с него непрекъснато” – Ю.А.Трутнев [10].

Акад.Ю.Б.Харитон, в продължение на половин век научен ръководител на ВНИИ-ЕФ, през 1998 г. причислява Н.Дмитриев в списъка на „суперзвездите“ на създателите на съветското ядрено оръжие.

„Майстор-ювелир“

Така го характеризира Сахаров. „Ние всички възприемахме Дмитриев преди всичко като математик” – пише неговият сътрудник физикът-теоретик В.П.Копышев.

В средата на 50-те години, съветското правителство решава да раздели Обекта на две и новия, втория (по-късно наречен ВНИИТФ), да пресели в Урал. И двата центъра трябва да работят над едни и същи задачи, обменяйки постоянно информация. И на мястото на заминалия за Урал дотогавашен началник на МО А.А.Бунатян, е назначен Н.А.Дмитриев.

До тогава числените пресмятания се извършват в т.нар. „сметачни фабрики“, т.е. в изчислителни бюра в Москва и Ленинград от по 20-30 „девушки-вычислительницы“, под ръководството на известни математици като А.Н.Тихонов и К.А.Семендяев в Москва и Л.В.Канторович в Ленинград, а на Обекта, подобна група се ръководи от М.М.Агрест. Продължителността на „една порция изчисления“ трае около месец, а на самите „пресметачки“ им е забранено да знаят или да питат за смисъла на това, което правят. „Понякога в стаята като вихър нахълтваше Зелдович, а зад него тих и кротък Дмитриев. Разглеждайки резултатите, Яков Борисович се обръщаше към него с „Вярно ли е това, Коля“?” и едва след неговия утвърдителен отговор отминаваше

по-нататък”, разказва Е.А.Малиновска, тогава „девушка-вычислительница”, по-късно ст.н.с. и Лауреат на Държавната награда (1972).

Теоретичният Отдел вече разполага с една от първите съветски „бързодействащи“ Електронно-Изчислителни Машини „Стрела“ (1000 операции/с и памет от 2000 клетки) и той ръководи усвояването на най-сложните програми, донесени от Москва. „...цех за пресмятане на програми, подготвени в ОПМ” се шегуват в отдела. През този период, сътрудничейки на такива забележителни учени като И.М.Гелфанд, А.А.Самарски, А.Н.Тихонов и други, яркият математичен талант на Н.Дмитриев се проявява в пълна мощ – оригиналност на мисленето, бързо схващане на същността на обсъждания проблем и перспективите на предлаганото решение. Дмитриев, заедно със сътрудници от неговия отдел, започват да пишат „двумерни програми” за изучаваните процеси, в резултат на което се раждат серията програми, основана на „методиката Д”, с екзотичните названия МИМОЗА, МЕДУЗА и др. Обикновено една „задача” се пресмята в продължение на 2-3 седмици денонощна работа на ЕИ, като средното „чисто” работно време е от порядъка на 150 часа. Постепенно развиван, модернизирани и усъвършенствани, понастоящем многофункционалният комплекс програми Д се използва успешно за решаване на изчислителни задачи от газовата динамика, при практически произволна геометрия и с протичащи ред съпътстващи процеси, като еластичност, топлопроводимост, кинетика на детонацията и пр.

А в началото на 60-те години се появява „М-20”, с тримерното разширение на програмите – серията „И”, за пресмятания на проблеми от газодинамиката с топлопроводимост и пренос на излъчване. Програмата „И-0” е за изследване на преноса на излъчване в сложни геометрични условия, а програмата „И-332” е модернизация, в която за пръв път е използван блоковия принцип за въвеждане на минимална входна информация и библиотека с параметри на стандартни вещества. Н.Дмитриев е и инициаторът за използване на метода Монте-Карло за решаване на неутрони задачи. В този начален период на развитие на изчислителни методи на ЕИМ, ролята на Дмитриев като учител и консултант е безценна. Към него се обръщат за съвети и помощ както академици, така и млади специалисти.

Н.Дмитриев е основател на многобройни приложни методи за числено моделиране и развитие на нови методики за решаване на конкретни задачи, възникнали при разработката на атомната бомба на Съветския Съюз. Оригиналноста на постановката на проблема и необикновеният подход при решение на задачата, уменията да се подбира най-ясният и кратък път за всяко решение, и виртуозно владение на математичния апа-

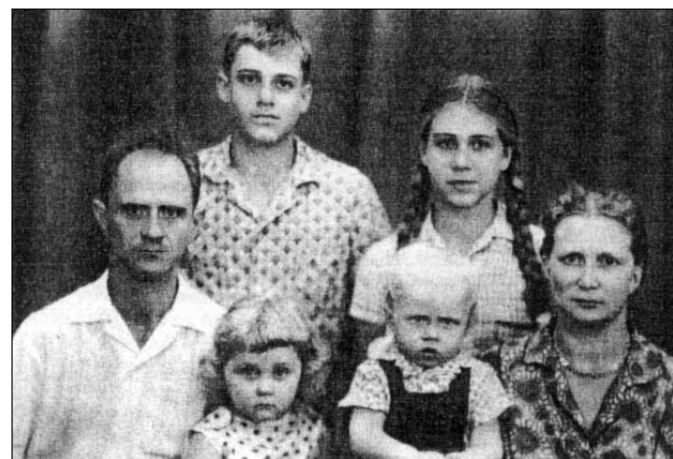


Н.А.Дмитриев, 1960 г.

рат е ярката характеристика на приноса му в това направление. Неслучайно наричат Н.Дмитриев „Най-бързата ЕИМ на Съветския Съюз”. По разказа на Харитон, когато той се консултира с А.Н.Колмогоров какъв тип от новите ЕИМ да поръчат за „Обекта”, А.Н. отговоря: „За какво ви са ЕИМ? Та вие си имате Коля Дмитриев!”

Дясната ръка на Зелдович

Но през 1959 г. Дмитриев неочаквано „напуска” Математическия Отдел и преминава в Теоретичния (все в ВНИИЕФ, все в Саров...), където работи до смъртта си на 23 септември 2000 г. През 60-те и 70-те години на XX век, обаче, в областта на физиката и техниката на ядреното въоръжение е нахлуло новото поколение „ядрени бомбаджии” (Трутнев, Адамский Гончаров), които изтласкват разработките на друго ниво – нови видове, по предназначение и мощност, на транспортабилност и въздействие. А и изчислителните методи и средства са се развили така, че математичните умения и майсторство на „старото” поколение математици е надминато (поне по бързина и ефективност) от новите поколения ЕИМ. Но през тези близо 40 години, т.е зрялата му възраст, Дмитриев продължава да работи активно по различни задачи на взривната ядрена тематика, със значими резултати, но дрейфът постепенно го извежда настрани от талвега. Разбира се, и до днес по-голямата част от тези работи остават в сектора на „закритите публикации” и едва ли скоро ще излязат на бял свят... Но през този период, самостоятелно и основно с такива съавтори като Зелдович, Франк-Каменецкий, Холин, Ханделман, Алтшулер, Гелфанд, Тихомиров и др., той прави няколко десетки значими работи по „открити теми”, свързани с проблеми от космологията, квантовата теория на твърдото тяло, термодинамиката, неутронната физика и газодимаката [11].



Семейството на Н.Дмитриев, 1964 г.

Нека обаче отбележим, че университетското му образование – поради войната и евакуацията на университета, доста куца, и всъщност не му дава много. Това, което постига, основно се дължи на таланта му – „Човек с божия искра!” ще каже за него Яков Борисович – и за самообучението му. Това особено се отнася за физиката – сам трябва да се запознава с много от нейните раздели.

При разработките, в които Н.Дмитриев

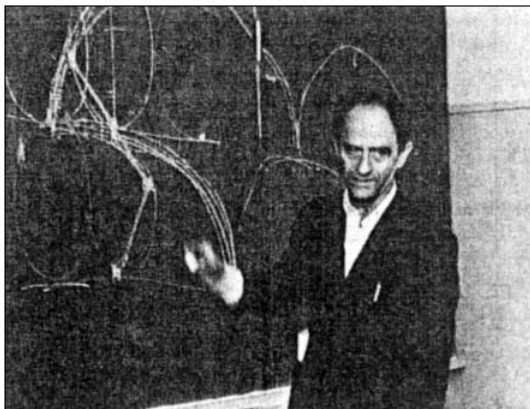
има решаващ принос, е необходим практически подход и конкретни решения, които довеждат до числени резултати, сравними с експерименталните измервания. „Без да омаловажавам далечината и широтата на кръгозора на Н.А., искам да подчертая дълбочината на неговото проникновение в същността на явленията и събитията, било то физически процеси или обществен



Любов Василиевна и Н.Дмитриев, 1973 г.

живот. Поглеждайки формулата, той, както ми се струва, мигновено си представяше физическата картина, която се изучава и измененията в нея при вариации на входящите в нея параметри”, пише В.Б.Адамский, и продължава: „Н.А. се намираше постоянно в състояние на двуезичие, по-точно, на двусмислие. Имам предвид, че той беше принуден да се проявява „в две състояния”: ту като физик, ту като математик. При това и физиците и математиците го считаха „за свой” и черпеха щедро от „източника на мъдростта”, както понякога го наричаше Д.А.Франк-Каменецкий. Веднъж сам Н.А. ми се оплака, че това състояние създава за него известен дискомфорт. Действително, математическото и физическо мислене не са еквивалентни, и преходът от математическо към физическо мислене изисква усилия за превключване. Аз се удивих на това му оплакване, защото имах чувството, че това за него не беше никакъв проблем. Оказва се, обаче, нищо не се дава даром...” [12].

Ако за самородните таланти понятието „учител” е в известна степен условно, все пак ролята на акад. Колмогоров в оформянето на пътя на Коля в математиката е решаващ, а успехите и приносите на Н.Дмитриев в ядрено-военните разработки на Съветския Съюз са свързани безусловно с Я.Б.Зелдович. Я. Зелдович не се чувства така уверено в математиката, както във физиката. Тук за него висш авторитет е Коля: „Трябва да потърсим Коля за съвет!” е често употребявана от Зелдович фраза. Областта на интересите на Н.Дмитриев са уравненията на състоянието на веществото при екстремални условия и Сахаров и Зелдович с особено внимание се отнасят към мнението и бележките на Дмитриев, към нетрадиционността на неговия подход. Обаче, като се има предвид сложният и противоречив характер на Зелдович и откритото, последователно и безкомпромисно поведение на Дмитриев, техните отношения далеч не са тривиални. Веднъж, обсъждайки една астрофизична статия, когато един млад сътрудник се позовава на Дмитриев, Зелдович отсича: „Дмитриев не греши само когато неговото мнение съвпада с моето!” Близки свидетели на техните взаимоотношения намеряват, че Зелдович се чувства много задължен, а и може би виновен пред Н.Дмитриев. Но



Н.Дмитриев като преподавател в средно училище

и драматизма на тяхната съдба, изисква подробен и задълбочен анализ по глобални принципни проблеми – в съответствие с времето и конкретната общественно-политическа ситуация, както и последствията от поддържаната и отстоявана позиция. За монолитни и съпоставими по талант и морал хора от калибъра на Дмитриев и Сахаров, това би ни отвело далеч в други области и не е по моите възможности.

Н.Дмитриев високо цени, дълбоко уважава и признава заслугите и приносите на А.Д.Сахаров. „Той (Сахаров) дойде в нашия колектив като съвсем млад човек, макар и напълно изграден физик, при нас стана доктор, академик, лауреат и Герой на Социалистическия Труд” – казва той. Проблемите, свързани с последствията от ядрените въоръжения и безопасността влизат в дълбоките интереси на Дмитриев. Счита борбата на Сахаров за гражданските права за правилна и когато през пролетта на 1968 г. Сахаров се изказва критично против съветското правителство по „Гласът на Америка” и градският комитет на Партията „организира” писмо против него, никой в ВНИИЕФ, включително и Н.Дмитриев, не се подписва под него. Но той се опитва да превъзпитава, макар и безуспешно, А.Д.Сахаров. И даже на често обсъждания в техните среди въпрос „С какво трябва да се занимаваме след като направим водородната бомба?” Дмитриев го съветва: „След като Вие се интересувате от практическата полза, то главният практически проблем на нашата страна, даже по-важен от създаването на водородната бомба, е преобразуването на нашата политика, използвайки натрупания опит и научен авторитет”. След смъртта на А.Д.Сахаров, в статия, посветена на него, Дмитриев ще напише: „За да правиш политика напълно честно, трябва да си на нивото на Исус Христос. (...) Но да получиш Нобелова премия за Мир, основавайки се само на западните средства за информация, означава да приемеш определено унижение...”. А когато за него започват да се пишат спомени и издават книги, акад.Л.В.Келдиш, като редактор на подготвяния сборник „Той живя между нас...” се обръща с молба към Николай Дмитриевич за неговите

същите тези свидетели разказват и за искрената му скръб при погребението на неочаквано починалия Яков Борисович. и трогателното му посрещане на панихидата, от страна на скърбящите роднини на починалия.

Дмитриев и Сахаров

Това е тема, която не може да се отмине. Обаче, „паралела и перпендикуляра” между тези две личности – съпоставими по своя талант, необикновените им жизнени и творчески траектории

спомени за Сахаров. И след като, напълно основателно, отделихме място за разказа на Сахаров за Коля [2], напълно естествено е да представим и текста „Политически опонент” (с малки съкращения) на Николай Александрович за Андрей Дмитриевич, който най-ясно ще илюстрира за взаимоотношенията им [13]. (Текстът е придружен с бележка към „Дълбоко уважаемия Леонид Вениаминович: „Съмнявам се, че той е годен за печат, но нищо по-добро не можах да напиша. Разбира се, че ще се радвам много, ако ви послужи за нещо”).

Философия и методология на физиката и средното образование

Още в по-безлюдна област са разбиранията на Н.Дмитриев, свързани с по-обща философски и методологични проблеми на физиката. Той смята, че физиката е смъртоносно болна и трябва да бъде спасена! Разбира се, в такива случаи се затъва във въпроси от основите на квантовата механика – за нейното обосноваване, проблемите на вторичното квантуване, теоремата на фон Нойман за невъзможност на въвеждане на скрити параметри, за връзката на физиката и философията. Отношението му към теоремата за „скритите параметри” на фон Нойман е категорична: „Той (Нойман) всъщност никаква теорема не е доказал! Всичко, което той е искал да получи като резултат е заложено, в неявен вид, още в началото. А физиците му повярваха, без да проверят доказателството, и сега всички се позовават на тази теорема!” „Винаги съм мечтал да преработя съществуващата квантова механика, нейните основи” „Да дам нова интерпретация на квантовата механика” – са неговите претенции. „Светът е нагледен, а неизбежната ѝ странност е измислица на философите”, пише той по повод нашумялата (през 60-те години) книга на Д.Данин.

Изказванията му често намират слушателите неподготвени, оставяйки ги шокирани... Той е обкръжен от научен вакуум. Нестандартното и парадоксално мислене го тласка да търси винаги свое обяснение на непонятното. И плува не само срещу течението, може да се каже – нагоре срещу водопада...

Отминал етап на борба с вятърни мелници са и схващанията му в областта на средното образование – какво да се преподава и как. Важността и сложността на обучението, и специално по математика, се обсъждат активно през 70-те години в Съветския Съюз, а „Бурбакизма” все още не е залязъл на Запад. Сам възпитан в училище за даровити деца, а след това аспирант на Колмогоров, той прегръща и пропагандира неговите идеи. Да се изучава „производна” и „интеграл” още в 8-и клас, аксиоматично построение на геометрията, въвеждане на елементи от аналитичната геометрия, и много други конкретни теми и проблеми от програмите по математика или други дисциплини, са обект на неговите изказвания, статии и писма по вестници и до водещи институции. Но времето налага по-бързи реформи в това направление, и към края на 80-е години обезсмисля усилията му в това направление.

Особеностите на таланта

Творческите и личностните характеристики на Н.Дмитриев са преплетени и в без

това сложните и с размити граници интелектуални траектории на идеи и интуитивни творчески пробиви. Случаят е подходящ за импровизации на тема „надарени личности”, или ако употребим израза на Зелдович, „с Божия искра”, за които съвременните психолози се позовават на принципа на допълнителност на Бор, пренасайки го за съотношението „дълбочина на мислене” и „ширина на хоризонта”, но това излиза далеч от нашата компетенция и претенции. Ако има обаче нещо безспорно, то е, че Николай Александрович Дмитриев е необикновен талант и уникална личност.

На вид той съвсем не прилича на „мастит учен”. Външно Николай Александрович приличаше на надежден майстор-шлосер, каквито в Русия има много. Невисок на ръст, скромно и прилично облечен, без нито една излишна модна вещ по него. Разкопчано горно копче на ризата, никога с вратовръзка, и деми-сезонно палто и през най-лютите зимни дни; и разбира се, известния руски каскет на главата... – ще го опише неговия по-млад колега-математик Ю.А.Дементьев. Приличен съветски „семянин”, увлича се по шахматната игра и изучава нейната теория като математика. В свободното си време чете, особено внимателно, вестници и списания. Владее английски, немски и полски. Летните почивки са свързани с характерните семейни руски туристически походи и пътешествия на байдарки.

Обаче, с него не е лесно да се работи. Мисълта му тече много бързо, а талантът му е потискащ. С удивителна интуиция, по всички въпроси той има собствено, много нестандартно мнение и, уверен в своята правота, го отстоява твърдо. По време на обсъждания обикновено мълчи, не прекъсва говорещия, но не се стеснява да каже мнението си – кратко и ясно. И почти винаги се появяват „други вериги на разсъждения, пътища за намиране на решения”. Уважава мнението на опонентите си, глупостта на събеседниците умее да търпи, обаче „войнстващите” измежду тях, макар и вежливо, поставя на място. Но не прощава лъжата и лицемерието. Човек с кристална чистота, принципен, лишен от кариеризъм и тщеславие, безкористен и незаинтересован от въпросите за авторство и приоритет. Простота в отношенията, скромност, но често прекалена, която му вреди. „Не си спомням да съм виждал Н.А. засмян; той беше постоянно съсредоточен, замислен...” ще сподели друг негов колега (В.А.Елесин). Живее в свой паралелен свят...

Н.Дмитриев е автор на повече от 80 „Отчети на ВНИИЕФ”, повечето секретни и до днес. А получените резултати – строги и ясни, могат да се характеризират като класически. По обем те са от по 10-15 страници. На около една четвърт той е самостоятелен автор, в останалите – основни съавтори са Франк-Каменецкий (1948) и Зелдович (през периода 1948-53); в по-няколко „отчети” съавтори са тогава „младшите”, а впоследствие маститите Ю.А.Трутнев, Л.П.Феокистов, В.Б.Адамский, В.П.Феодоритов, Б.Н.Краснов и др.

Последователният антикомформист Николай Александрович

Нека пак напомним, че изборът на научна тематика – ядрените военни разработки на СССР е направен от 20 годишния младеж съзнателно и по политически причини. И

то след като е катапултирал от висините на чистата математика. И на всички е известно – сам той винаги го заявява категорично, че целият му живот и обществена позиция е свързана с изповядването на комунистическата идеология.

Н.Дмитриев е член на ВКП(б) от 1947г. Но неговото поведение „не се колебае заедно с линията на партията”, и той си позволява да критикува партийната политика, обявявайки за съществуването на консервативни и либерални течения в партията и в съветското общество, да критикува партийните ръководители за „мекото им отношение” към идеологията на капиталистическите страни, и не се стеснява да употребява хапливи епитети за опонентите си. Той не споделя осъждането от ЦК на КПСС на романа на В.Дудинцев „Не хлебом единым” и обръща внимание на съществуващото, според него, разногласие в ръководството на партията и страната (това е времето на „антипартийната групировка на Молотов”). Така възниква „първото персонално дело на комуниста Н.А.Дмитриев”. Градският комитет на Партията го изключва от своите редици, но Областният комитет заменя това решение със „строго мъмрене”.

От 1963 г. Дмитриев ръководи политическия семинар на ТО и се занимава активно с възпитание в духа на комунистическата идеология. Но темите, които той възлага за докладване имат по-често научна или философско-методична проблематика: „Философските схващания на копенхагската школа”, „Религия, етика и философия на Кант”, „Ленин за физиката”, „Политикономия на капитализма”, „Причини за студената война”, „За свободата, демокрацията и конвергенцията”, и пр.

Както обикновено, а в някои периоди особено силно, се проявява антисемитизмът и мнението, че в Съветския Съюз се шири русофобия, притесняване и фактическо неравноправие на руския народ. Н.Дмитриев се отнася с особена нетърпимост към това мнение и го нарича шовинистично. И обяснява, че сам той има смесен произход, баща му е българин, но не изпитва никакви русофобски чувства, а той самият никога не е бил притесняван.

През 1973 г. Н.Дмитриев пише писмо до генералния секретар на КПСС Л.И.Брежнев, в което излага възгледите си, разбира се критически, за външната и вътрешна политика на СССР, по съветско-китайските отношения, и за т.нар. „еврейски въпрос”. Отговорът не закъснява: претърсване на бюрото („режимна проверка”,



На манифестация, 1983 г.

както е записано в протокола) на „провинилия се”, където намират негови ръкописи (всъщност, конспект за лекции) със съдържание, достатъчно за образуване на второто „персонално дело” срещу комуниста Н.А.Дмитриев (1974г.). Без да се впускаме във вонящите подробности на случая, така характерни за застойните брежневски времена, той потвърждава „своето особено мнение по редица принципи положения в нашата партия”, и след „мека” защита от страна на свои колеги и съпартийци: „Др. Дмитриев е истински комунист и добър човек”, „Бил е неправилно разбран” и пр., той се отървава отново със „строго мъмрене с вписване в отчетния картон”.

През този период той все повече затъва в проблеми от общомирогледен характер, световните исторически процеси и икономически тенденции, политическата действителност в страната и наложителните икономически реформи, и др. Голяма част от тях остават като оформени статии... в личния архив на автора. Пише писма, някои неизпратени, изпратените – непубликувани, до редакцията на вестник „Правда” („За Рейгън и вътрешната ни политика”), до ЦК на КПСС, Л.И.Брежнев („за недостатъчната свобода на личността в СССР”), до Римския Папа („по въпросите за мира и войната”).

По време на „перестройката” Н.А. изказва мнения, все повече изглеждащи като анахронизъм. Поддържа становището, че колективизацията на селското стопанство през 30-те години в СССР е бил единственият път за полагане на основите на индустриализацията на страната и подготовката ѝ за война с надигания се нацизъм в Германия. Безсмислените изцепки на Горбачов – „борбата против алкохолизма”, „перестройката няма алтернатива”, неясните цели и необмислените последствия, настройват Дмитриев с антипатии към него и „курса му”. Често около него в кабинета му в института се събират съмишленици и обсъждат „дяволската перестройка”. Той методично и твърдо остоява ортодоксалния марксизъм, обявявайки го за научна дисциплина. Убеден е, че „Само социализмът може да спаси Русия!”, а за напускащите партията колеги казва: „Мишките напускат кораба!”. Употребяваната терминология е: буржоазия и пролетариат, класова борба, диктатура на пролетарията, до (за сега)... отстраняване на Горбачов от ръководството на КПСС! И след първия неуспешен опит („пуча” на 21 август 1993г.) Николай Александрович се присъединява към РКРП („Руската Комунистическа Работническа Партия”), една от няколко отцепили се отломки от КПСС.

Към Б.Н.Елцин е още по-непримирим. В писмо до него, с обръщение „Дълбоко уважаеми господин Елцин!” той пише: „Аз съм не съм Ваш почитател. Никак не ми харесва Вашият, и на онези, които са тръгнали след Вас, национализъм, изказванията Ви против Съветския Съюз, популисткия ви антикомунизъм, Вашето ренегатство, а и претенциите ви все още да бъдете наричан „товарищ”...”

Неговият колега и съпартиец Б.Д.Бондаренко ще каже: „В своите политически схващания той изповядваше комунистическата идеология, но не формално – „каквото каже Партията, така и трябва да бъде!”, а по убеждение и доказателно. И ако понякога неговите изводи не съвпадаха с указанията на централните партийни органи, той не криеше това, а открито отстояваше своята гледна точка”.

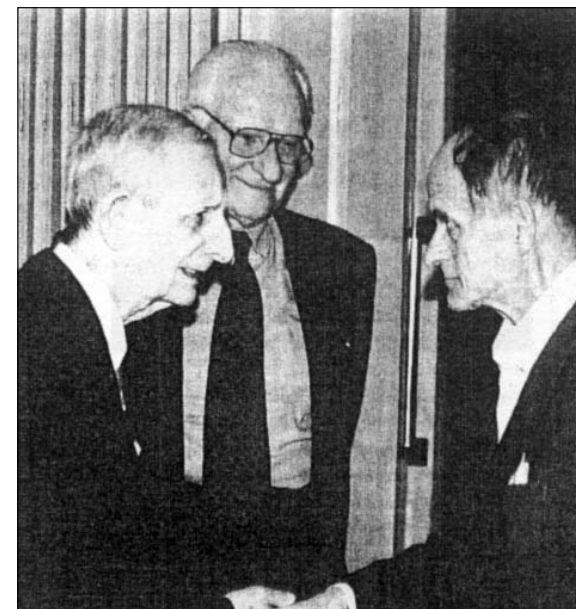
Нелегалният академик Коля Дмитриев

Ако „неизвестността” му е обяснима с дълбоката секретност на научната му проблематика и конспирацията на местоработата му, то липсата на научни и обществени регалии, при тези му приноси, не могат да се обяснят само с тях.

От неговия курс, завършили Мехмат МГУ в края на Великата Отечествена война, която помита каймака на съветската младеж, само четирима остават и се изявяват в математиката: А.А.Самарский, академик, Герой на социалистическия труд, лауреат на Държавна награда; Л.Д.Кудрявцев, член кор на АН; М.М.Постников, лауреат на Ленинска премия; неговият пръв съавтор Е.И.Дынкин, дфмн, световно известен специалист по „марковски процеси, през 1977 г. „емигрира” в САЩ. Н.А.Дмитриев, на 22-годишна възраст се оказва „изхвърлен” в затътените серовски гори – в супер-секретния „Обект” и въпреки двете Сталински награди и многото ордени, трудът, талантът и приносите на Н.Дмитриев остават недооценени. Защо при неговите явни заслуги (специално при първия етап на създаване на съветското ядрено оръжие) той е отминаван, замълчаван, пренебрегван? Нито „Герой на СССР”, нито академик, даже не „дфмн”. Разбира се, известна „вина” има и самият той – без да е защитил дисертация за „доктор на науките”, поради формалните изисквания, той няма никакви шансове за „придвижване нагоре” по научната йерархия. Дори му е отказано званието „заслужил деятел на науката”! А всички смятат, че той заслужава да бъде член на Академията на науките...

Наистина, не се отрича и мнението че, въпреки че Н.Дмитриев може да решава всякакви поставени му задачи, той не може сам да поставя такива. Действително, той няма нито една ключова идея. Той не създава своя школа, въпреки многобройните си признателни ученици.

По разказа на М.Ф.Сарры, през 90-те години Зелдович е, който повдига въпроса за присъждане от ВАК на Дмитриев на научната степен „доктор на физико-математичните науки” без „защита” – „по съвкупност на приносите, за особени заслуги”. Всички, на думи, макар и искрено, са „за”, но фактически никой не предприема нищо. А



Ю.Б.Харитон, А.А.Бриш, Н.А.Дмитриев, 1996 г.



Н.А.Дмитриев и Любов Всилиевна, 1999 г.

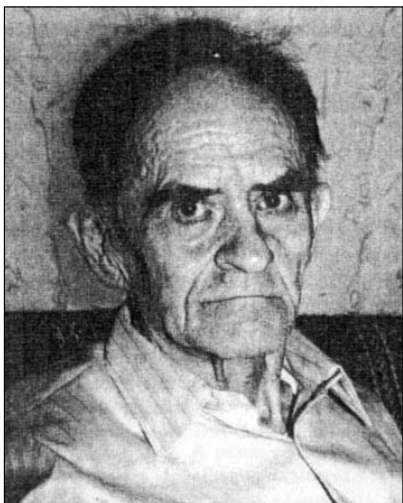
интересно”. Легендата разказва, че той, по това време с „две партийни наказания”, се опасява да не бъде причина и останалите да се разминат с наградата...

Така или инак, под действието на центробежни научни, социални и лични причини, Н.Дмитриев се озовава в периферията. „В началния период от съществуването на Обекта, неговият принос за общия успех беше много голям и определящ. Той помогна съществено на академиците. Но понеже той не стана академик, народът считаше неговата съдба за трагична и го наричаше ”нелегалния академик”, разказва колежката му Е.В.Малиновская.

Заклучение

И понеже започнахме с връзката с Ботев, неговата чета и тяхната съдба, естествено се налага още една съпоставка. От 208 души, стъпили на българска земя, 94 загиват в сраженията, а 27 са пленени и по-късно заточени. От героичния подвиг на четата в историята остава името на Хр.Ботев, основателно станал символ на българското революционно движение и на най-светлите му идеали. Но кой си спомня днес конкретните имена и съдба на останалите четници – загинали или потънали в забравата? Дори на ежегодните второюнски „тържествени зари”, където се кипрят президенти и депутати, не се споменават техните имена... Същата е и участта на „четниците” от дружините, отдали таланта и живота си в друга епоха, с усилия в друга област и на други съдбоносни за времето си идеали.

Всъщност, не за признанието ми е думата. „Не знам може ли да се нарече неговият живот,



Н.А.Дмитриев, 1999 г.

съдбата му „щастлива”. Той влачеше веригите на таланта си и на страданията на обикновения живот” пише неговият колега И.Ф.Подливаев. Без съмнение, той понася много удари на съдбата, преглъща много огорчения и разочарования, трябва да се примири с много загуби. Но до края на живота си стои изправен, без колебание, когато е убеден в правотата си, и безкомпромисен в принципите и убежденията си.

Благодарности

За мен е приятно задължение да изкажа своите благодарности на родолюбци от рода „Хаджи Костадин поп Хаджи Димитров Хаджи Костов” – проф. Н.Чаракчиев (Чикаго), който ми обърна внимание на „българската следа” в родословието на Н.А.Дмитриев, и на г-н Стефан Димитров (София) и г-н Й.Мирчев (София), съдействали за получаването на ксерокопие на споменатия том I от „Воспоминания, очерки, статии” на героя на настоящия очерк. Благодаря и на г-н Н.Щерев за неговата компетентна и безкористна редакторска работа над текста.

Бележки

[1] „Скорпионите в бутилката”, „Светът на физиката”, кн.3, 2004.

[2] „Най-млад беше Коля Дмитриев (Николай Александрович), невероятно талантлив. По онова време „в движение” правеше една след друга блестящи работи, в които се проявяваше математическият му талант.

Способностите на Коля се проявили много рано, той беше „вундеркинд”. От 15 годишен с подкрепата на Колмогоров посещавал университета, взел всички изпити по математика едновременно със завършването на училище. Започва да работи по теория на вероятностите при Колмогоров, който смяташе разработките му за многообещаващи. През 1950 г., когато вече бях на Обекта, на рождения си ден отидох при Коля (в Москва не ме пуснаха и не знаех как да го отпразнувам). Той току-що се беше оженил, жена му се казваше Тамара, а той я наричаше Тамарка. Те се захванаха да ме учат да пия спирт – преди не бях опитвал нищо по-силно от водка, и то много рядко, не повече от 50 грама. После слушахме музика, приказвахме си нещо забавно, струва ми се на някакви много важни общи теми – за смисъла на живота, за бъдещето на човечеството. Коля и Тамара ми подариха за рождения ден прекрасната книга „Математически калейдоскоп” на Щайнхауз. Зелдович хич не обичаше Тамара, направо ревнуваше Коля от нея. Разправяше, че го затрупва с домакинска работа, биберони, пелени и т.н. Казваше, че прекалено много го използва в леглото и че го съсипва като научен работник. През 1955 г. Тамара се хвърли от прозореца на петия етаж, няколко дни след тиреоидектомия, и остави Коля вдовец с две деца. След няколко години той се ожени повторно за сътрудничка от математическия ни отдел. Коля дълго време беше член на доброволния отряд, ходеше по града и прибираще пияните. Научната му съдба беше много сложна. Струва ми се, че съвсем не житейските и личните причини, а нещо много по-дълбоко го доведе до това, че блестящото му начало на научна работа по-нататък никак залезе. Обектът скоро престана да се нуждае от красивите му в математически аспект разработки (с малки изключения и тук Коля винаги беше на необходимата висота). Но това бяха отделни епизоди, а в началото на неговата дейност „красивите” му работи образуваха известна система. Обектът се

превърна във фабрика. Чувството за дълг караше Коля да стои до струга, но в същността си той не беше стругар, а майстор-златар. Зелдович се опита да привлече Коля към „голямата“ физика, но нищо не излезе – Коля не беше от тези, които могат да седят на два стола. През следващите години той вършеше много повече от останалите сътрудници на математическия сектор, но през цялото време у него оставаше чувството на неудовлетвореност на мисълта, че в друга област би могъл да направи не просто много, а нещо качествено различно и изключително. Коля много се интересува от общите въпроси – философски, социални, политически. В позициите му ярко се проявяваха абсолютната му интелектуална честност и острия парадоксален ум. Коля беше един от малцината, които не смениха медала си на Лауреат на Сталинската награда с медала на Лауреат на Държавната награда. Това беше проява на стремежа му към историзъм. По убеждения и постоянна позиция Коля беше антикомформист, в еднаква степен се противопоставяше на официалната идеология и на моята позиция. Той бе единственият от обекта, който без да се крие, идваше при мен след появата на „Размисли за прогреса“, после „За страната и мира“, с молба да му ги дам да ги прочете и да ги обсъдим. Моите възгледи му се струваха съвсем неправилни, но той спореше с мен делово“.

[3] „Воспоминания, очерки, статии“ Н.А.Дмитриев, т.1, 2002; „Избранные труды“ Н.А.Дмитриев, т.2, 2004, ИПК РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров.

[4] Подробности за рода на Хаджи Константин поп хаджи Димитров хаджи Костов можете да намерите на адрес: http://www.eurochicago.com/modules/weblog/details.php?blog_id=391.

[5] „О характеристических числах стохастических матриц“ (съавтор Е.Б.Дынкин), Докл.АН СССР, т.491, 1945; „Характеристические корни стохастических матриц (съавтор А.Б.Дынкин), Изв. АН СССР, т.10, 1946; „Ветвящиеся случайные процессы“ (съавтор А.Н.Колмогоров), Докл. АН СССР, т.56, 1947.

[6] През 1995 г. е възстановено старото име на града – Серов, днес с близо 100 хиляди жители, през 1967 г. КБ-11 става „Всероссийски Научно Исследовательский Институт по Экспериментална Физика“ (ВНИИЭФ) където работят над 20 хиляди души, от които близо 9 хиляди учени и специалисти с висше образование. Основните направления на изследванията са високите технологии, теоретична и математична физика, експериментална газодинамика, физика на взрива, ядрена радиационна физика, лазери и високи енергетични плътности и др.

[7] През 1970 г. Людмила Василювна, вече Дмитриева, защитава кандидатска дисертация, и до 1990 е началник на лаборатория и водещ научен сътрудник в ВНИИЭФ; лауреат на Държавна награда през 2000 г.

[8] След като тръгнахме от „корените“, заслужава да споменем и за новите разклонения на дървото, по която тече „българска кръв“... Най-големия син на Николай Дмитриев, кръстен на баща му Александър, завършва през 1972 г. Мехмат на МГУ, със специалност „теория на вероятностите“ и работи в Биологичния център в Пущино (За съжаление, сериозна болест му попречва да реализира напълно възможностите си). Голямата му дъщеря Вера завършва техникум за оператори на ЕИМ, а по-късно завършва и математика в Мордовския държавен университет и работи като инженер-програмист в един от отделите на ВНИИЭФ. По-малката дъщеря на Николай и Людмила Дмитриевни – Екатерина, след завършване на МВТУ „Бауман“, работи като конструктор в едно от отделенията на ВНИИЭФ. Най-малкият син на семейство Дмитриевни – Василий след завършване на ВПИ се отдава професионално на делта- и парапла-неризим. Николай и Людмила Дмитриевни имат щастието да се радват и отгледат осем внука.

[9] „Цветът“ на арзамаската школа по теоретическа физика, нейният творчески потенциал води началото си от такива суперзвезди на съветската физика и математика, като Н.Н.Боголюбов, М.А.Лаврентиев, Н.А.Дмитриев, Л.В.Овсянников, А.Д.Сахаров (Нобелов лауреат, 1978 г.), И.Я.Померанчук, И.Е.Там (Нобелов лауреат, 1958 г.), Я.Б.Зелдович, В.С.Владимиров“.

[10] Юрий Алексеевич Трутнев (р.1927). Физик-теоретик. Академик РАН. Във ВНИИЭФ от 1951 г., един от водещите създатели на новото поколение ядрени заряди в СССР. Лауреат на Ленинска и Държавна награда (1959, 1984), Герой на Социалистическия труд (1962).

[11] „Об уравнении состояния кристалла при нулевой температуре“, ЖЭТФ, 1962, т.42, вып.3; „Особенности статистических решений уравнений тяготения“, (съавт. С.А.Холин), Вопросы космогонии, 1963, т.9; „Энергия случайного движения в расширяющейся вселенной“, (съавт. Я.Б.Зельдович), ЖЭТФ, 1963, т.45, вып.4; „О количественном критерии ферромагнетизма“ (съавт. Г.М.Гандельман, М.Ф.Сарры), ЖЭТФ, 1970, т.59, в.6; „Об учете корреляционных эффектов в узких энергетических полосах“ (съавт. А.К.Житник, М.Ф.Сарры), ЖЭТФ, 1973, т.64; „О роли корреляционных эффектов в уравнении состояния металла при нулевой температуре“ (съавт. А.К.Житник, М.Ф.Сарры), ЖЭТФ, 1975, т.69, в.1; „О высокотемпературной асимптотике термодинамических величин в модели Томаса-Ферми“ (съавт. В.П.Копышев), ВНИИЭФ, 1976, №2; „Давления в металлах в приближении Хартри-Фока“ (съавт. А.Воропинов, Г.М.Гандельман, В.Г.Подвалыный), ФТТ, 1977, т.191 вып.11; „Между ячееная обменная энергия металла в приближении Хартри-Фока“, (съавт. М.Ф.Сарры, Н.М.Чулков), ФТТ, 1979, т.21; „Корреляционные эффекты и ферромагнетизм“ (съавт. Г.М.Гандельман, А.К.Житник, М.Ф.Сарры, Н.М.Чулков), ФТТ, 1979, т.21; „Особенности строения электронных спектров редких металлов при высоких давлениях“ (съавт. Л.П.Альшулер, А.И.Воропинов, Г.М.Гандельман, В.Г.Подвалыный), ФММ, 1981, т.51; „Влияние внутриячеенного обменного взаимодействия электронов на энергетические спектры и уравнение состояния твердых тел при $T=0$ “ (съавт. В.Г. Подвалыный), ФММ, 1981, т.51, вып.1., и др.

[12] Виктор Борисович Адамский (р.1923), физик-теоретик, дфмн, Във ВНИИЭФ от 1950 г., Началник на ТО от 1967 до 1994. Лауреат на Ленинска награда (1962).

[13] „Въпреки че аз работих много близо до Андрей Дмитриевич Сахаров всичките осемнайсет години, които той прекара в нашето учреждение, практически с него аз не взаимодействах. Не бяхме и в близки приятелски отношения, като някои други теоретици. Наистина, в началото на неговото пребиваване той веднъж се отби при мене в неговата компания, пихме водка, по-точно – спирт с мед, но ни на него, ни на мене тази напитка не ни хареса. Случи се така, че ние на едно заседание защитавахме своите дисертации: той – докторска, аз – кандидатска. Само че след това той тръгна нагоре в науката, а аз – не.

През втората половина на неговото пребиваване в института понякога той идваше в моята стая да поговорим за политика. Понякога бяхме сами, понякога в присъствие на други колеги. Веднъж той изказа мнение, че на страната ни изключително силно не й е провървяло с това, че след революцията връх е взел Сталин. Ние възразихме, че точно обратното – ако не като правило, то много често след големи революции възниква тирания, и накрая всички се съгласихме, че най-правилно е да се каже, че не съвсем ни е провървяло...

Друг път А.Д. попита: „Как мислите, с какво трябва да се занимавам аз?“ Това съвсем не беше чисто личен въпрос. Всъщност, въпросът стоеше така: каква трябва да бъде следващата крачка напред, след създаването на водородната бомба? Без да спорим, се съгласихме, че термоядрените изследвания са несериозни, не са практически проблеми. А.Д. каза, че трябва да

се овладее високотемпературната свръхпроводимост, за да се строят след това свръхпроводящи линии за електропренасяне от излишните електростанции на Елисей в централна Русия. Изразих съмнение: сложната техника, основаща се на голямата наука, може и да е подходяща за направата на оръжие, но едва ли може да окаже практическа полза в голямата икономика. „Понеже Вие, Андрей Дмитриевич, не се интересувате от построяването на класическа интерпретация на квантовата механика, а се интересувате от практическата полза, то главният практически проблем след създаването на водородната бомба, дори по-важен, ще бъде преобразуването на нашата политика, използвайки натрупания опит от научна работа, с практическа насоченост, и извоюваният авторитет”.

Към края на 1968 г. до нас стигна слух, че А.Д. е написал общополитически меморандум и го дава за четене на един или друг. Отидох при него в дома му на „Октябрьское Поле” и той ми даде да го прочета. През следващото десетилетие ходих при него още две или три пъти с аналогична цел, опитвайки се да го убедя в правотата на марксистките и комунистически идеали. От това нищо не се получи. А.Д. не обичаше да спори и не беше склонен да подлага на съмнение своята позиция (...). Според мен, най-общо казано, много или по-голямата част от това, което той говореше, беше неправилно, и въпреки това аз считах, че неговата дейност е полезна, което му го казвах, а и сега мисля така. Може да се каже, че той въведе нелегално „гласността”.

Какво според мен е неправилното в изказванията на Сахаров? Още в първият му меморандум неприятно впечатление ми направи не рязкостта на критиката му на нашия обществен строй, а използването на щампи от езика на западната пропаганда, като например термина „тоталитарен” и др. Наистина днес това е общоприето, но както и преди звучи грозно – некултурно и не остроумно.

Второ, в меморандума се твърдеше, че най-ефективният строй не е капитализмът или социализмът, а нещо средно между тях. Когато попитах А.Д. откъде следва това, той ми отвърна, че оптимумът винаги е някъде по средата – лекомислено твърдение за учен-естественик. Не по-малко правдоподобна е ситуацията, когато ефективността е функция от „разстоянието” на строя от социализма или капитализма – крива, когато двете крайни точки образуват относителни максимуми, т.е. социализмът и капитализмът са устойчиви към малки смущения, а по средата е не максимум, а минимум на ефективност, т.е. положение достатъчно неустойчиво. Изглежда, опитът и логическите разсъждения подкрепят точно такава ситуация (...). Не ми харесваше и позицията на А.Д. по еврейския въпрос, много процонистка, даже, според мене, антиеврейска (...).

За да се прави политика напълно честно, трябва да си на нивото на Исус Христос, и не само да се правят всякакви жертви, но и да се застане на висотата на борбата на духа и на логиката на борбата. Веднъж в спор с А.Д. по някаква политико-морална тема, казах, че „доброто трябва да бъде налагано с юмруци”, и като последен аргумент напомних, че и в Евангелието се иска същото. А.Д. спокойно отговори: „Аз не съм християнин”. Аз съвсем се обърках и казах, че все пак това мнение трябва да се вземе предвид, на което той отвърна: „Аз отчитам всичко”. Въпреки това, мисля, че бях прав. Ако по моралните въпроси мненията на марксизма и Евангелието съвпадат, по-вероятно е това мнение да е правилно. Който иска да бъде по-хуманен от Исус Христос, рискува много да греши, а който счита за възможно да проявява морални изисквания, по-ниски от марксистическите (даже само на думи), рискува да стигне далеч”.

ЛЕГЕНДИ И ИСТИНИ ЗА СИВИЯ КАРДИНАЛ

Интервю на Михаил Ребров с Николай Дмитриев,
г. Саров, 16 октомври 1993 г., вестник „Красная звезда”

Той притежаваше всичко. Природата не беше го обидила. Беше му дала жив ум, талант, съдба, в която имаше изкачване нагоре и падане надолу, също: страх... и Берия, както и първите взривове на ядрените устройства. Само че славата му остана неизвестна. Всъщност, Николай Александрович Дмитриев го познаваша само най-близките му колеги. Дълго време това, с което се занимаваше, се смяташе за голяма тайна. Когато на тържествен прием емоционалният Хрущов произнася тост в чест на атомните физици, създали ядрената сила на Съветския Съюз, този тост е анонимен. Въпреки, че когато е ставало дума за творците на съветското ядрено оръжие, винаги се е подразбирало Курчатов, Сахаров, Харитон, към това съзвездие да се добави и името на Дмитриев никой не се е сещал. А неговият труд е бил немалка част от това дело.

Бяха ме предупредили: нищо няма да каже, мълчалив е, а пък не беше дал и предварително съгласие да се срещнем. Наричаха го „Сив кардинал” – винаги в сянка. Въпреки това, реших да опитам.

– Николай Александрович, може да Ви се струва, че въпросът ми съвсем не е коректен... Вие сте познавали много хора, които са участвали в направата на бомбата – и редовите участници, и главнокомандващите. Кой от тях не Ви харесваше?

Той учудено повдига вежди, мълчи известно време, като че ли размисля над въпроса ми. Не е ли провокационен? Очите му стават сериозни. В тях има скрита ирония. Едва по-късно ще разбера, защо той гледа така и откъде е тази умора и бледост, защо е така чист и остър погледът му. Умората е от претоварване, от дяволски много работа. Но всичко това, аз ще разбера по-късно. Сега пред мене седи замислен, внимателен човек и повдига рамене:

– Трудно ми е да кажа...

– Берия ли?

– С него лично не съм се срещал... Но веднъж облякох престилка с надпис „Берия” за което бях наказан. Изплаших се и то доста силно. Това се случи на „Маяк” (Урал), когато получихме първите няколко килограма уран. Там бяха Харитон, Зелдович, Флюоров. Проверяхме стойността на критичната маса за атомната бомба; аз изчислявах...

– Как попаднахте в Арзамас-16?

– Когато американците взривиха своята бомба, аз пресметнах и повярвах в тази възможност. Реших за себе си, че трябва да се занимавам с това... По това време бях аспирант. Искаше ми се да се заема с приложна наука. Академик Христонович водеше семинар, на който участваха Зелдович и Франк. Беше много интересно. Помислих си: „Ето къде трябва да отида...” Един познат ми каза, че може да уреди нещата. А после с изненада научих, че те се занимават с бомбата. Пристигнах тук през 1948 г.

Тук намерих себе си. На мен много ми хареса. Теория и експеримент едновременно. Идеята може да се материализира.

– *А кой направи бомбата: теоретиците или практиците?*

– Въпросът не стои така. Това е представата на неосведомените хора. И едните, и другите са по-най-близък начин взаимно свързани. Теоретичната работа е увлекателна и вълнуваща. Изпитваш огромно наслаждение, когато като че ли разпръснати, формално несвързани резултати на отделните експерименти, като мозайка се събират в ясна картина и ти получаващ в ръцете си ключ към разбирането на този или друг механизъм или пред тебе се открива пътят към ново техническо решение... Разбира се, експериментаторите и конструкторите трябваше да бъдат точни и разбирани. От тяхното решение зависеше твърде много, а теоретиците трябваше да им помагат.

– *Казват, че много идеи ви е предал немският физик Фукс.*

– Фукс? Това е преувеличено. Да той беше работил при американците. Но и какво? Всяка идея се нуждае от проверка, а да се направи това е най-сложно, когато ти сам нищо не знаеш. До сведенията на разузнаването се допускаха много малко хора. Впрочем, даже ако имаш чертеж, по него няма да можеш да направиш бомбата. Трябва всичко да се проверява, да се намери технологията, да се повторят експериментите...

– *Но съвременната информация дава възможност да не се разхвърляш по вариантите...*

– Така е, обаче всички наши неща се правеха отново.

– *И не се съмнявахте?*

Той събира устни, удивлявайки се на въпроси ми, но ми отговаря със свойствената му убеденост:

– Нямахме никакви съмнения. Ние знаехме какво правим и търсихме оптималното решение.

– *И все пак кой е авторът на първата бомба?*

– Харитон, Юрий Борисович.

– *Що за човек е той?*

– Скала. Той има смелост и умение да преминава през границите на своите възможности и да върви в своя фанатизъм до край. Той е олицетворение на най-високата отговорност. Това се проявяваше именно, когато се касаеше за техническите детайли. Този човек беше изключително добросъвестен, даже към несъществени неща...

– *Вие бяхте ли обиден от Харитон?*

– Не. Той уважаваше чуждите идеи. Бях обиден от Зелдович, когато той ме прати в Челябинск, но аз не отидох... Да се направи бомбата, преодолявайки грешки, да се намери верният и най-кратък път, можеше само Харитон...

– *Кое Ви е най-скъпо?*

– Бомбата! По-полезно отколкото бомбата нямаше. Защото тя съдържаха заплахата. Това беше най-важното в ония времена. Аз не съм „ястреб“. Атомните физици имат нормална психика. Но разберете: бомбата – това е безпрецедентно приложение на теоретичната физика в практиката и техниката. Бяха открили явлението на ядрено

деление и в най-кратки срокове беше намерено и неговото практическо приложение и не само като оръжие, въпреки че величието му е в това, но то направи същевременно и ядрената война невъзможна, превърна я в безсмислица. А атомът има и мирни професии...

– *Съгласен съм. Но ето, атомната и водородната бомба са вече направени. А по-нататък?*

– Сахаров се е заел със свръхпроводящи проводници: да кажем, да се горят въглицата в Енисей и да се праща електроенергията в столицата. След това се появи идеята за взривномагнитните генератори. Разбира се, ние продължихме да работим за оръжието – например, как да се намали бомбата 50 или даже сто пъти, но това е дребна работа... Главното остана за физиците. Очертават се нови хоризонти – електроника, кибернетика...

– *А после и разоръжаването?*

– Това не е физика, а политика.

– *Разкажете какво чувствате на изпитанията на ядрените взривове?*

– Това е красиво. И интересно. Виждаш как „тича“ тревата, облаците „се обръщат“. Като че ли наблюдаваш вълна. Ярка светлина покри небето и вече не мислиш за нищо друго, освен че се е получило... но това трябва да се види...

– *А какъв беше Сахаров?*

– Сахаров ли? Той умееше да измисля красиво. Такива са малко. Но с него беше трудно, трудно беше да го убедиш. Той винаги постъпваше по своему.

– *Николай Александрович, казват че когато големите теоретици и конструктори са попадали в задънена улица, се чувало: „Хайде да се посъветваме с Коля“...*

– Глупости. Това са измисльотини на Зелдович...

– *За да бъде точен: главният конструктор Воронин и теоретикът Мохов твърдят, че разговорите с Дмитриев са им давали възможност да разберат проблема по-добре, а понякога и различно...*

Той гледа изпитателно. В очите му се появява нещо лукаво, някакво смело откровение, но изведнъж погледът му угасва и той дълго мълчи.

– Не зная, те по-добре знаят... (и отново потъва в мълчание, завръщайки се мислено в миналото).

– *Кажете за Зелдович.*

– Той е учен.

– *Е и какво?*

– С това е казано всичко. Това значи много. Той умееше всичко да обяснява – например, разширяващата се вселена, без теорията на относителността. С прости думи. Освен това, той беше и педагог в най-дълбокия смисъл на думата.

– *Чувах, че са Ви изключили от партията. Защо?*

– Имаше такова нещо. През 1956 г. Аз се изказах против консерватизма на управляващите. Тогава всички мълчаха. Те не разбираха, че врагът не е този, който скрива своите мисли и не говори гласно... Истината винаги са я наричали горчива, винаги е

вадила очи. А сега не е ли така? Може да замълча, но да ми забранят да мисля никога не може.

– И още съм чувал, че има ръкопис – 12 дебели тетрадки, изписани със ситен почерк, наречен „Аз и атомната бомба“. Каква е съдбата на този ръкопис?

– Моят ръкопис?... Не помня. Вероятно това е било отдавна. Тогава прибрах всичко, не знам къде е сега...

– Николай Александрович. Да си представим, че сте президент на Русия. Какви укази бихте приели най-напред?

– Аз президент? Смешно е. Впрочем, нашия Федерален ядрен център – това не е само оръжие. Тук се изследва и хидродинамика, и газодинамика, и лазери... тук могат да се решават всякакви задачи, всякакви проблеми. Всякакви! Трябва само сполучливо да се поставят. В Арзамас-16 има свои научни школи, държавата трябва да ги финансира целево, и тогава няма да се безпокоим за бъдещето на руската наука. (...)

Превод: Н. Ахабабян

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 10 лв.

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

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

София

- Книжарницата на БАН: София 1000, ул. “15 ноември” № 1, тел. (02) 987 97 86
- Книжарницата на Математически факултет на СУ “Св. Климент Охридски”: София 1164, бул. “Джеймс Баучър” 5
- Съюз на Физиките в България, Физически факултет, СУ “Св. Климент Охридски”: София 1164, бул. “Джеймс Баучър” 5, Невенка Веселинова, GSM: 0885 812 473, e-mail: sofiski_klon@abv.bg или Снежана Йорданова, тел. +359 2 62 76 60, e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg

Благоевград

ЮЗУ „Неофит Рилски”, ул. „Иван Михайлов” № 66

Варна

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

КАК СА БИЛИ ИЗБИРАНИ И КАК СА БИЛИ ЛИКВИДИРВАНИ ФРЕНСКИТЕ АКАДЕМИЦИ

В.А.Арнолд

В книгата Academie Francaise 1629-1793 (Paris, Ollendorf, 1912) на Фредерик Масон (Frederic Masson (1847-1923), историк, член на Френската Академия от 1903 и неин постоянен секретар от 1919), попаднах на редица документи, свидетелстващи за това как са протичали изборите във Френската Академия, която отговаря и понастоящем за състоянието и развитието на френския език и правопис.

Така някъде от към 1675 води началото си обичаят: преди изборите кандидатите да посещават избиращите ги академици. Мнозинството от членовете на академията са били явно раздразнени от това лобирание, но се задоволили със специално постановление: *“против клановите, кумуването и шайките”*. Но тъй като визитите не били назовани явно, оставали много съмнения тъкмо за тях ли става дума. Така, след близо двайсет години, било прието ново постановление, в което визитите да бъдат споменати явно. На 5 април 1701, след продължителни обсъждания, с общо съгласие Академията взема следните решения:

“Отсега нататък общуването на претендентите с призваните да гласуват за тях (което е станало обичайно и което само отблъсква от Академията най-добрите сили) повече не може да бъде търпено.

Всички членове на Академията са длъжни да считат за чест никога да не обръщат внимание на тези молби, както и на каквито и да са други начини на натиск или ходатайство.

Всеки един от тях е длъжен да обяви публично за всякакви такива опити, при това добавяйки, че това може само да повреди да кандидата”.

Въпреки това, визитите продължавали, а членовете на академията държали на тях и даже отказвали да гласуват за онези, които не са ги посетили.

През май 1749 Шарл Фуке Дюк де Бел Ил, като кандидат на поредните избори, се обърнал към Академията с молба да му се разреши той да не посещава лично академиците, а *“да се ограничи с това да им изпрати своя кочияш”*. Академиците възроптавали и постановявали Маршал Бел Ил лично да направи посещенията си, което той направил... и впоследствие бил избран.

Накрая, на 2 март 1752, академията приема единодушно решение: *“Кандидатите за Академията от сега нататък не са длъжни да посещават когото и да е, включително Президента, Секретаря или членовете на Президиума на Академията”*. Това решение забранява липсата на посещение да бъде мотив за гласуване против кандидата.

Обичаят да се правят визити с уговаряния за гласуване си остава неизкореним не само във Френската академия, но и в Академията на науките, сподели с мен Ж.-Л. Лионс. Например, Анри Поанкаре е бил избран за член на Академията като астроном,

понеже математиците на могли да му простят твърдението за *“сходството на триъгълниците с оркъжностите”*, въз основа на което той създава топологията, където триъгълниците и окръжността са еквивалентни. На Лионс, при неговите посещения, са му възразявали: *Вие имате огромен недостатък: вие сте далеч под 60-е години*

Великият френски физик Франсоа Араго, който 18-годишен е бил пленен от пирати, а след това в Африка откупен от богат англичанин, впоследствие работил с Огюст Френел и Анри Ампер над електромагнитната теория, разказва в книга със спомени за своята визита при Пиер Лаплас. *“Мила моя, ще ми поверите ли ключа от захарницата, за да ночерпя с чай госта си”* – се обърнал Лаплас към съпругата си по време на тази визита. Френските ми приятели ми обясниха, че по това време захарница без ключалки не е имало, така че работата не е в познатото скъперничество на Лаплас, а в грижата скъпо струващата тогава захар да бъде опазена от слугите. Ученикът на Лаплас, Наполеон, заради неговото скъперничество, снел своя учител от поста министър на вътрешните работи, на който го бил назначил, заявявайки: *“Лаплас се опитва да въведе в администрацията духа на безкрайно малките”*. По думите на моите френски приятели, Лаплас е изисквал финансовите отчети на подчинените му бюрократи да са точни до стотинка, поради което и икономиката на Франция тръгнала към упадък. Те даже твърдят, че сякаш в Германия и до днес администрацията в западните области е по-ефективна, отколкото в източните (започвайки едва ли не от Рейн). В попадналите под властта на Наполеон западни области и до днес е запазена традицията на подкупи, служещи като отлична смазка за бюрократичния механизъм, докато в източните области е по-силно влиянието на пруските традиции, в съответствие с което корупцията е била наказвана безмилостно още от времето на Фридрих Велики.

Обаче всичко, свързано с Наполеон, се отнася до времето, когато Академията, като кралско учереждане, е била унищожена. Възраждането на академията, във вида департаменти на Института, става по-късно, пак под влияние на Наполеон, загрижен повече за науки, необходими за военните дела, като например математиката, отколкото за правописа. Наистина, за унищожението на академията и академиците Ф.Масон пише значително по-малко, отколкото за посещенията на кочияшите на кандидатите, но все пак някои от приведените от него случаи са потресаващи.

Маркиз Кондорсе, обявил се публично против наказанието на Луи XVI за бягството му от Париж, сам загива. Неговото възражение е било: *“Гилотинирането ще бъде много меко наказание. Той трябва да бъде изпратен на доживотна каторга, прикован там с вериги на краката!”*. Почуствайки скоро след екзекуцията на краля, че сам е преследван, Кондорсе също решава да избяга от Париж, но успява да стигне до Колмар (на няколко десетки километра от столицата), където нощува. Сутринта хазаинът му го пита от колко яйца да му бъде приготвен сутрешният омлет. Аристократът Кондорсе е объркан от въпроса и, без много да мисли, отговаря *“от дванайсет”*, и веднага е разконспириран като бягаш придворен и е арестуван. Скоро той се отравя за да избегне публичното наказание.

Още по-трагична е съдбата на Кретиен Малзерб, чието име днес носи един от

големите булеварди на Париж. Малзерб е бил защитник на краля на неговия съдебен процес, но за това не могло той да бъде наказан и така са го обявили за английски шпионин. Повод са имали: дъщеря му, изплашена от революционния терор, била избягала в Англия. И Малзерб ѝ писал, уговаряйки я да се върне *“понеже терорът вече отмина и преходът свърши”*. Дъщерята се връща и тогава гилотинират цялото семейство: отначало пред очите на майката и дядото малолетната ѝ дъщеря, внучката на Малзерб. Присъствието на екзекуцията влизало в присъдата като допълнително мъчение. След това на гилотината се качва дъщерята на Малзерб пред очите на баща ѝ, и чак накрая – самият него. По такъв начин революционното правителство убедило Малзерб, че неговото оптимистично мнение за Франция, изложено в писмото му до дъщеря му, е погрешно и истината е далеч по-неприятна. По-късно Талейран ще каже, че *“има оръжие, което е по-страшно от клеветата: истината”*.

В.И.Арнольд. Как избирали академиком и как их ликвидировали.
Вестник Российской Академии Наук, 74 (2004)
Превод: Н. Ахабабян

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

EURO

BG 82 SOMB 9130 14 25109301
BIC SOMBBSF
MUNICIPAL BANK PLC
BRANCH DENKOGLU

ЛЕВА

IBAN: BG 03 SOMB 9130 10 25109301
BIC: SOMBBSF
ОБЩИНСКА БАНКА
КЛОН ДЕНКОГЛУ

Въпреки че текстът е от преди 5-6 години и става дума за състоянието в Русия, картината е характерна и за нас. „Мащабната инвариантност“ не променя същността на проблема: в това лесно може да се убедим, като заменим споменатите имена с имената на родните политици...

НАУКА И ПОЛИТИКА

А.В.Юревич, И.П.Цапенко

Навлизване на учените в политиката

Един от най-забележимите факти в нелеката съвременна руска действителност е масовото навлизане на учените в политиката. И въпреки че по мащаби този вид „изтичане на мозъци“ не може да се сравни с другите два вида – емиграцията на учените или тяхното преминаване в бизнеса, по своята значимост той е напълно съпоставим с тях, оказвайки силно влияние както на науката, така и на политиката.

Причината за масовата миграция на хората от науката в политиката е достатъчно очевидна. В съвременна Русия, където даже и съпругеските разводи нерядко се извършват по политически причини, страната е патологически политизирана и преживява истински култ към политиката и всичко свързано с нея. При тези условия политиката, там където са съсредоточени големите пари, служи като естествен център на притегляне за активните и честолюбиви хора. Още повече, след като участието в нея е съпроводено с постоянното внимание на средствата за масова информация и е много по-добър начин за получаване на известност, отколкото някакво научно откритие. Много способства за това насочване към политиката и месианското съзнание, характерно за учените въобще, и на руските интелектуалци в частност. Затова и не е удивително, че много от учените се подвизават в политиката като спасители на държавата.

По-малко разбираем е обратният феномен – влечението към наука на политиците, които в почивките между политическите баталии пишат „научни“ книги, четат лекции и защитават дисертации. Трудно е даже да си представим обема на писателската им активност. Тя обхваща десетки имена, включвайки Г.А.Зюганов, В.В.Жириновски, В.И.Илюхин, Ю.М.Лужков, Н.М.Харитонов и много други. Много характерно за властимащите е и временното им „приземяване“ на ръководни длъжности в Научно-изследователски институти. Така например, Е.Г.Гайдар възглави Института по икономически проблеми на прехода, а В.Н.Хлыстун – Института по конюнктура на аграрния пазар. Видно е и желанието на политиците да станат членове на различни научни академии. А.Н.Шохин и С.Ю.Глазев кандидатстваха в Руската Академия на науките, където преди това член-кореспондент стана „известният математик“ Б.А.Березовски. Но най-силно сближава политиците и учените неударжимата любов към научни степени и звания. С.П.Степашин има научната степен доктор на юридиче-

ските науки, Г.А.Зюганов – доктор на философските науки. И даже първият председател на правителството на Москва В.И.Ресин намери време да получи докторска степен. В резултат на такова привличане към научни степени нашата политика, независимо от явния дефицит на интелектуалното ѝ обезпечаване – е „най-обезпечената“ в света.

Подобно „братство“ на бедната наука и богатата политика се обяснява с много причини: и все още запазеното уважение към учените степени, и лесният начин за тяхното получаване (особено за политиците), и желанието на онези, които са я напуснали или никога не са принадлежали към нея, пожизнено да бъдат считани за учени, и намерението да получат устойчив жизнен статус, независим от политическата конюнктура. Но вероятно главната причина за повишения интерес на политиците към научните степени и звания е в това, че те, афиширайки принадлежността си към науката, се превръщат от политици в експерти и получават възможност да се изказват от нейно име, формулирайки своето лично мнение като мнение на компетентен специалист.

Така или инак, взаимодействието между обществото на учените и политиците изглежда като циркуляция на кадри. Но все пак това далеч не е братство между равни. И затова политиката за учените е много по-привлекателна, отколкото науката за политиците, и изтичането на кадри от науката към политиката е далеч по-интензивно, отколкото е обратният поток.

„Мозъци“ и власт

Понеже желаещите да сменят перото с шапката на Мономах са много повече от съществуващите подобни шапки, учените често се изявяват не в образа на политици, а като техни съветници, консултанти или аналитици, на служба при тях. Бившият държавен секретар на САЩ Хенри Кисинджър беше писал: „*Интелектуалецът рядко може да бъде срещан на висок държавен пост, натоварен да взема решения. Обикновено неговата роля е да консултира*“. А Шарл де Гол беше казал: „*Политикът няма нужда да притежава ума на Спиноза, неговият „ум“ – това са неговите съветници и аналитици*“. От тук и обрастването на висшата изпълнителна власт с обслужващ експертен апарат, както и със сходни процеси, които протичат и отвъд пределите на институтите на държавната власт – големите партии, профсъюзни и други обществени организации.

Разбира се, политиците се стремят да подберат съветниците и аналитиците си измежду най-способните. В страни, притежаващи развита политическа култура и информационна инфраструктура, това не е трудно, понеже регулярно се издават справочници „Кой кой е“ (в науката), съдържащи изчерпателна информация за най-добрите нейни представители; учените, прославили се в науката, са добре известни и в обществото поради това, че образованите слоеве проявяват достатъчен интерес към тях. На тази основа се изгражда добре смазан механизъм за доближаване на „мозъците“ към властта, който, усъвършенствайки се по време на своята дейност, служи като един от опорните елементи за интелектуално обезпечаване на властта. Списъкът на интелектуалците, съставляващи консултантите и аналитиците при президентите на

западни страни, нерядко е изпъстрен с Нобелови лауреати. И тази традиция може да бъде проследена от дълги времена назад. Така например, Т.Рузвелт, по свидетелство на неговия биограф Р.Моли, въпреки че самият той никога не е държал в ръка сериозна книга, е подбирал за свои съветници професори, отдавайки предпочитание на най-известните тогава учени. На университетската професура се е опирало и изработването на политиката на А.Пиночет, с което се обясняват много от неговите политически и икономически успехи.

Съвсем иначе стоят работите у нас. Отработен, а и въобще какъвто и да е разумен механизъм за доближаване на „мозъците“ към властта отсъства, сборници от типа „Кой кой е“ дори и да се издават, не се четат нито от самите политици, нито от тяхното обкръжение, а да получи учен известност в нашето общество, може само ако стане могъщ бизнесмен или политик. Изследванията показват, че перспективите за доближаване на учени към властта у нас се определят от четири основни фактора. Преди всичко, известност, получена в резултат не на научни заслуги, а от редовни изказвания в средствата за масова информация. След това, лоялност към политиките. Трето, пробивните способности на самите интелектуалци – умението им да привличат внимание, да се доближат до властта и да притежават онези способности, които притежаваше героят на книгата „Законът на Паркинсън“, мистър Пролез. И накрая, умението им да се оказват на нужното място в нужното време, предполагащо особен „нюх“ за това къде, какво и кога да направиш нещо, за да може власт имащите да те забележат. В резултат, типът учен, консултиращ нашите политици обикновено произлиза от „средния“ слой на научната общност, активен д-р, без никакви лаври в науката, но преуспяващ в саморекламата и проникнал в средствата за масова информация.

Особености на „видимите“ интелектуалци

Поради описаните специфични обстоятелства на родния механизъм за доближаване на „мозъците“ към властта, нашите политици, стремежи се да подберат най-добрите, в действителност попадат на най-известните, „най-видимите“ интелектуалци, което естествено се отразява и на типовите качества на учените, приобщени към политиката.

Счита се, че в политиката достигат до успех преимуществено онези, чието интелектуално ниво е над средното, но не много, защото хора с излишно висок интелект се възприемат от масите като чужди и неразбираеми. По такива обективни показатели на научната продукция, като импакт-фактор и количество на публикациите, учените, преминаващи в политиката или бизнеса, отстъпват четири-пет пъти на своите колеги, оставащи в науката, а работите на 70% от подобни екс-учени, въобще никъде и никога не са цитирани. Изобщо, фактите говорят за това, че от науката в политиката преминават основно онези, които в нея не са достигнали до нищо съществено, не само поради недостатъчно мотивация, но и поради липса на необходимите за това интелектуални способности.

Разбира се, работата не е само в липсата на творчески способности. Изследванията показват, че учените са хора с особена специфична емоционална настройка,

изпитващи повишена потребност от спокойствие и безопасност и затова се стремят да избегнат онези нервни и неопределени ситуации, които са характерни за политиката. Но, разбира се, най-често се акцентира на различието в моралните качества на учените и политиките. „Който се отдава на политика, трудно се предпазва от притъпяване към чувството за истина и справедливост. За хора с високи стремежи и тънка чувствителност, партийният живот е отблъскващ и те изобщо се оттеглят от обществения живот“, пише в началото на миналия век, когато политиката все още не е станала мръсна работа, Б.Паулсен. Едва ли има смисъл да се доказва, че науката изисква обективност, а политиката представлява служене на партийните интереси, и най-общо казано, само безстойността „партийна“ наука е съвместима с политиката. В резултат не е удивително, че напускащите науката и преминаващи в политиката учени, често получават доста жестоки характеристики.

Следва също да се отбележи, че учените, оказали се във властови или околостластови структури, се отнасят към бившите си колеги доста безжалостно. Например, в Държавната Дума (Руският парламент – бел.пр.) много притежаващи научни степени депутати гласуват против увеличаването на държавните разходи за наука, а екс-учени, оказали се в изпълнителната власт, орязват още по-решително бюджета. Подобно поведение, изглежда, е обусловено не само от традиционната разединеност на руската интелигенция, но и от това, че посредствените учени, проникнали във властта, често „имат зъб“ на своите по-талантливи колеги. Честолюбивите хора обикновено не прощават такива обиди и, оказали се на високи постове, съзнателно или несъзнателно откъщават на науката за това, което не са получили от нея.

Изброените обстоятелства, разбира се, не позволяват да се твърди, че на политиката се отдават само най-аморалните или „неистински учени“, но дават достатъчно основание да се предположи, че изтичането на мозъци от науката в политиката може да се разглежда като „изстискване“ от родната наука на чуждия ѝ материал, изкуствено съсредоточен в нея по съветско време.

Динамика на архетипа

Американският политолог З.Бауман разделя интелектуалците, участващи в политическа дейност, на два типа – „учени-законодатели“ и „учени-посредници“, подчертавайки, че ако функцията на първите се състои в разработването на модели за общественото устройство, то на вторите се свежда до облекчаването на взаимодействието между участниците в политическия живот. Х.Дженкинс-Смит отделя три варианта на участие в политическия процес, описвайки „обективните техники“, реализиращи социално-политическите технологии, „адвокатите на идеи“, разработващи и защитаващи политическите доктрини, и „адвокатите на клиентите“, защитаващи интересите на отделни личности или политически групи. Не е трудно да се забележи, че подобни систематизации са близки помежду си, а съответстващите типове учени – на това, което в нашата публицистика се нарича „идеолози“, „реформатори“ или „обслужващи“. Трябва да отбележим, че не винаги е достатъчно ясно изразен и характерът

на необходимия за общественно-политическия живот тип интелектуалец, в резултат на което на повърхността изплуват последователно сменящи се помежду си типове. Времето винаги извайва от достатъчно пластичния интелектуален материал онзи тип политически активни интелектуалци, каквито са най-необходими в даденият момент. По тази причина, въпреки че търсенето на интелектуалци в качеството, да кажем, на идеолози е съществувал винаги, той е нараствал в преходните, революционни епохи, изискващи нови „изми“. В резултат интелектуалците, които в други времена биха се изявили в нещо друго, в периоди на значителни социални изменения се превръщат в идеолози.

В съвременна Русия най-изявените представители на категорията „учени“ бяха така наречените архитекти на перестройката – А.Н.Яковлев, Н.П.Шмелев, О.Р.Лацис, В.И.Селюнин и други, разработващи идеологията на нашите реформи и нейната идейна подготовка, които изиграха ролята, която без особено преувеличение може да се сравни с ролята на френските просветители при подготовката на Великата Френска Революция. За разлика обаче от следващото поколение учени, нахълтали в политиката, това бяха високопоставени представители на научната общност. Обект на тяхното въздействие беше масовото съзнание в цялост, а не като средство – публицистичните статии в „дебели“ списания, в резултат на което тяхната просветителска дейност обикновено се означава като „докторска публицистика“ (става дума за научната степен „доктор на науките“ – бел.прев.). По-късно, на преден план излязоха друг тип учени – „реформаторите“, които, понякога действайки и като идеолози, се отличаваха от „архитектите на перестройката“ по това, че сами реализираха своите идеологии. „Реформаторите“, за разлика от своите предшественици, бяха относително по-млади (поради което нашата система за масова информация ги нарече „младореформатори“), имаха не „докторски“, а „кандидатски“ научни степени и съпоставянето им с „архитектите на перестройката“ изглеждаше като „революция на кандидатите“, които, нямайки висок статус и известност в науката, правеха впечатление на появили се от неизвестността. Това, разбира се, беше илюзия. Без да притежават известност в науката, преди началото на реформите те бяха се укрепили в „предполитичните кръгове“. Например, Е.Т.Гайдар беше заместник главен редактор на списание „Комунист“, а А.Б.Чубайс – първи заместник председател на Ленинградския изпълнителен комитет, и именно от там те направиха скока си в голямата политика.

За разлика от „архитектите“, които се славеха като „демократи-идеалисти“, „реформаторите“ обикновено се характеризират като „демократи-прагматици“. Обект на тяхното въздействие беше не масовото съзнание като цяло, а това на властимащите, а средството – личните контакти с тях, което стана голямото им предимство, защото личният контакт с лица, вземащи решения, се счита от учените за най-бързодействащата от всички възможни форми за влияние. Съчетавайки ролята на съветници при политическите с ролята на самостоятелни политици, „реформаторите“, при цялото им самочувствие на самодостатъчност, сами се оказват в зависимост от външно интелектуално обезпечаване на своята дейност. В резултат, от началото на 90-е години в

системата на взаимоотношения между наука и политика, стремително се размножават интелектуалците, специализирали се в обслужване на политическите (имиджмейкъри и т.п.) – още едно разпространено явление, характеризирано от В.Б.Филатов като „трескаво овладяване на всевъзможните социологични и политологични, икономични и стратегически центрове, явно насочени към обслужването на едни или други структури на властта, предприемачи, или обществени организации“. Затова новият тип учени, чийто път в политиката преминава през подобни центрове, могат да бъдат наречени „обслужващи“. А тяхната „настройка към обслужване“ е обрната не към решаване на научно-изследователски задачи, а към възлагане на поръчки, в това число и постъпващи от „реформаторите“, в резултат на което тези две категории, произхождащи от науката, органично се допълват един друг.

Създаването на подобни центрове откриваше ред възможности. Преди всичко, даваше възможност на неизвестни учени рязко да повишат своя статус, учредявайки нови центрове със себе си като директори. След това, създаваше възможност за изгодна преквалификация, благодарение на което много специалисти, да кажем инженери, без да имат някаква професионална перспектива, се превърнаха в социолози или политолози, което не беше никак сложно. Както основателно отбелязва Г.В.Осипов, „днес всеки, който е представил кадровъа справка или е бил интервюиран, без стеснение или угризение на съвестта се самоназовава социолог, или нещо повече – счита за уместно да предлага или защитава различни проекти за преобразуване на руското общество“. И накрая, открива възможности за придобиване на известност, достъп до голямата политика, средствата за масова информация и източниците на финансиране.

Предпоставка за нарастването на „обслужващите“ центрове, всеки от които се счита за „независим“ (неясно от кого), стана и крайната либерализация на структурата на нашето общество – всеки гражданин на страната, независимо от квалификацията и нивото на образование, днес може да създаде собствен изследователски център или даже академия. „Независимите“ изследователски центрове достатъчно бързо се оформиха като самостоятелни звена за влияние над властта. Тяхното предимство пред нашите традиционни Научно-изследователски институти е компактността, мобилността и добрата организация на „обслужването“, приспособеността към решаването на задачи, които властимащите им поставят и склоността към това, което Дж.Раветц нарича „научно посредничество“, предполагаща способност за бързо осъществяване на нискокачествени изследвания, захващане с всякакви задачи, ако това се изисква от материалните облаги, действие в угода на властта и т.н. За илюстрация на този стил на работа може да служи социологът който, получавайки предложението за провеждане на социологически изследвания, попитал: „А в чия полза да пресметнем резултатите?“

По силата на описаните дотук особености, „независимата“ наука бързо отстрани от главите и джобове на новия елит нашата официална наука. Наистина, родните Научно-изследователски институти, някога в близки и здрави връзки с власт имащите, както и преди им пишат докладни записки – главно по инерция. Така например, институти на Руската Академия на науките, през последните години са отпразвили във

властовите структури две хиляди (!) всевъзможни доклади и аналитични записки. Обаче, както беше отбелязано на едно от Общите събрания на РАН *“голяма част от тези документи са заматени под килима”* – за разлика от препоръките на “обслужващите” интелектуалци. В резултат, у нас протече забележимата трансформация на механизма на взаимодействие между науката и властта, която през съветските години от страна на властта изглеждаше централизирана, а от страна на науката – кумулативна и беше организирана във вид на своеобразна *фуния*. Редовите сътрудници на НИИ пишеха “по поръчение на висшестоящите органи” – многочислени предложения за това как нещо да бъде или “ускорено”, или “подобро”, или “престроено” и т.н., които отначало се вливаха на ниво сектори, след това – на ниво отдели, по-късно – на институтско ниво и по такъв начин прерастваха в единни централизирани документи, представляващи колективен плод на индивидуално творчество. Естествено, при такава организация на работа, продуктът не винаги достигаше до адресата, или пък беше игнориран. Но се постигаше главното – кумулативността на процеса: практически всеки учен общественик участваше в разработването на изпратените до властта документи.

Обаче, от началото на 90-те години, практически цялата официална наука се оказва отстранена от влияние над властта. И въпреки това, би било голяма грешка недооценяването на общото влияние на нашата наука върху властта и цялото наше общество. Именно в недрата на науката се раждаха онези идеологии и идеологии, които *преобръщаха* целия негов живот: достатъчно е да си спомним марксизма или, ако не отиваме толкова назад в историята, монетаризма. Тази роля на науката и съответстващата форма на влияние над обществото, с нищо не е по-маловажна, отколкото другите й социални функции, и още повече – обслужването на политиките. Т.е., без всякаква метафоричност може да се твърди, че днешният ден на нашата наука – макар и, разбира се, не всяка – това е утрешният ден на нашето общество, а излъчваните от нея днес идеи – утрешните масови политически действия.

Превод от руски: „Наука и политика”, Природа”, № 5, 2003

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

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

КОГАТО ФИЗИЦИТЕ СЕ ШЕГУВАХА

(Как малката шеговита книжка разсърди Политбюро)

Никола Балабанов

Едно от забележителните събития на книжния пазар през 60-те години на миналия век, беше появата на сборника “Физиците се шегуват”, пуснат в продажба от издателство “Мир” в 300-хиляден тираж (1966 г.). Книгата съдържа хумористични материали, написани от “западни” физици, включително и от някои нобелисти (Е.Ферми, Х.Бете). Преводачи – съставители на сборника бяха четирима руски физици – сътрудници на Обнинския Физико-енергетичен институт (ФЕИ): Ю.Конобеев, В.Павлинчук, Н.Работнов и В.Турчин (редактор Л.Гесен).

Всички знаехме, че Обнинск е един от научните центрове на Съветския съюз. През 1954 г. там беше пусната първата в света атомна електроцентрала. Създаденият през 1946 г. ФЕИ имаше като основна тематика проблемите на ядрената енергетика. Не-

обичайно беше, че от града на науката излизаше хумористично издание.

Книжката “Физиците се шегуват” струваше 30 копейки (на българския пазар – 24 стотинки), но истинската ѝ “цена” беше много по-висока. Тя се посрещна с огромно задоволство не само от физиците, а и от цялата културна общественост. Книгата показваше “ново лице” на физиката, която тогава респектиреше с огромните си успехи и с външна студенина и недостъпност. Фразата “физиците се шегуват” стана нарицателна за широката общественост и издигна още повече авторитета на нашата професия.

Книгата се изчерпа мигновено и се превърна в библиографска рядкост. Затова по молба на хиляди читатели в края на 1968 г. излезе второ, допълнително издание: “Физиците продължават да се шегуват”. Обемът ѝ беше два пъти по-голям (цената 40 стотинки), тиражът – отново 300 хиляди.

Победоносното шествие на сборника обхвана обширните територии на Съветския съюз и на социалистическите страни. Ние не подозирахме обаче, какво политическо торнадо е предизвикала неговата поява сред партийните ръководители на Съюза.

По онова време все още не беше заглъхнал спорът между “физици” и “лирици”. В популярното си стихотворение “Физици и лирики”, поетът Б.Слущки признаваше превъзходството на физиците:



“Что-то физики в почёте.

Что-то лирики в загоне.”

Това едва ли се е харесало на всички и някои са решили да вкарат физиците “в загоне” (на руски “загон” – заградено място за добитък). На възгордялите се и “разпасани” физици, както и на техните покровители е трябвало

ДА СЕ ДАДЕ ПОЛИТИЧЕСКИ УРОК

С тази задача се заели партийните “лирици”. За това свидетелстват секретните документи (вече разсекретени), които ще цитирам по-долу.

Документ № 1.

“КПСС, Калужски областен комитет.

31 януари, 1969 г. Секретно.

Централен комитет на КПСС

Калужският областен комитет на КПСС смята за необходимо да информира за следното:

Издателство “Мир” е пуснало за продажба в тристахиляден тираж книгата “Физиците продължават да се шегуват” под общата редакция на доктора на физико-математичните науки В. Турчин. Съставители – преводачи на книгата са: Ю. Конобеев, В. Павлинчук, Н. Работнов и В. Турчин.

Калужският областен комитет на КПСС смята за политическа грешка привличането на тези лица за литературна дейност.

Павлинчук В. А., работейки като научен сътрудник в Обнинския Физико-енергетичен институт, е инициатор за разпространение на антисъветска литература сред работещите в теоретичния отдел на института. Като член на съвета към Дома на учените, той е организиран срещи с лица, известни с антисъветските си възгледи.

За разпространение на антисъветска литература, през март 1968 г. Павлинчук В. А. беше изключен от партията и скоро след това освободен от работа в института.

Като най-активен защитник на Павлинчук и неговите антисъветски действия се изявява друг автор на книгата – научният сътрудник в същия институт Работнов Н. С. През януари тази година за проявена партийна безпринципност, за нарушаване на Устава на КПСС на Работнов Н. С. е обявено строго мъмрене, с отбелязване в личния му картон.

Автор на мръсно антисъветско съчинение с название “Инерция на страха” е старши научният сътрудник на института по приложна математика към Академия на науките на СССР, безпартийният Турчин В. Ф., работил по-рано в Обнинск. В своята “работа” той прави опит да подложи на ревизия някои положения на марксизма-ленинизма, обръщайки се с демагогски призови към интелигенцията, като се опитва да я привлече в борба за така наречената “демократизация” на нашето общество.

С разпространение на антисъветски материали се е занимавал и авторът на книгата, научният сътрудник от ФЕИ, безпартийният Конобеев Ю. В.

Според нас издателство “Мир” е проявило политическо късогледство и безпринципност, сключвайки договор за преиздаване на книгата с такива автори.

Без да навлизаме дълбоко в съдържанието на книгата, ние смятаме, че в нейния нов раздел – приложението “По родния край” се поднася мръсен пасквил за работ-

ниците в съветската наука, за утвърдения ред при защита на научните дисертации, за провеждането на делови съвещания и заседания. Като цяло книгата в никакъв случай не може да служи на делото за идейното възпитание на нашата научно – техническа интелигенция, а в случай на нейното разпространение в чужбина, може да даде изкривена представа за дейността на съветските учени.

Секретар на обкома на КПСС: А. Кандрьонков”

След броени дни писмото е пристигнало в Централния комитет и е получило “величайша” резолюция:

“За др. Демичев П. Н.

Моля Ви да обърнете внимание.

М. СУСЛОВ 4 февруари 69”

За по-младите колеги ще поясня, че П. Демичев по това време е секретар на ЦК на КПСС (по-късно е назначен за министър на културата), а Михаил Суслов е член на Политбюро на КПСС и признат за главен идеолог на партията.

В ЦЕНТРАЛНИЯ КОМИТЕТ НЕ СЕ ШЕГУВАТ

Много скоро гръмотевниците се стоварват върху ръководството на издателство “Мир”. Това издателство пускаше в превод на руски език публикувани в чужбина научни монографии, учебни пособия и тематични сборници по математика, физика, химия, биология и други природни и технически науки, а също произведения на научно-популярна и научно-фантастична литература. Много от учебниците и книгите в библиотеките на моето поколение са дело на издателство “Мир”.

Ето какво ни разкрива документ № 2

“Секретно ЦК на КПСС

За грешките на издателство “Мир” при пускането на сборника “Физиците продължават да се шегуват”

Във връзка с изложените факти, директорът на издателство “Мир” др. Сосновски, главният редактор др. Божко и секретарят на партийната организация др. Сидоров бяха поканени в Отдела по пропаганда в ЦК на КПСС. Обърнато им е внимание за грешките, допуснати при издаването на споменатия по-горе сборник и необходимостта от повишаване отговорността на работещите в издателството при подготовка на ръкописи на книги и брошури за публикуване.

За проявено късогледство и безпринципност при пускането на сборника “Физиците продължават да се шегуват”, Комитетът по печата към Министерския съвет на СССР е наложил наказания на директора на издателство “Мир” др. Сосновски, на главния редактор на издателството др. Божко и на заместник – завеждащия на редакцията за литература по физика др. Гусев. На ръководителите на издателството е предложено да разгледат въпроса за целесъобразността да се използва по-нататък за работа в издателството редактора Гесен Л. В., който е подготвил споменатия сборник за издаване.

Зам. Зав. Отдел по пропаганда в ЦК на КПСС А. Яковлев

Зам. Зав. Отдел по наука и учебни заведения в ЦК на КПСС – И. Макаров
18 март, 1969 година”

А КАКВО СТАВА В ОБНИНСК?

По думите на ветерана от ФЕИ и изтъкнат ядрен специалист Ю.Я. Стависки, в Обнинск се развихря истинска “кандрьонковщина” (на името на първия секретар на обкома). Веднага са освободени от длъжностите им първият секретар на градския комитет на партията и секретарят по идеологията.

За партийните наказания на авторите на книгата “Физиците се шегуват” (изключване на В.Павлинчук и “строго мъмрене” на Н.Работнов) стана ясно от първия приведен документ. Но с това наказателната акция не приключва. Теоретичният отдел към института, в който са работили споменатите личности, е разформирован и сътрудниците му разпръснати. Ръководителят на отдела Л.Бородин (лауреат на Ленинска премия) получава строго мъмрене. Не го спасява от наказанието фактът, че той е написал писмо до Кандрьонков, с което наклеветил своите колеги за антисъветска дейност.

Наказан е със “забележка” и директора на ФЕИ М.Радионон. Наказанието привидно е леко, но скоро го освобождават от директорски пост.. Същото наказание получава и научният ръководител на института професор А.И.Лейпунски. За тази изключителна личност ще кажа малко повече.

За проф. Лейпунски съм слушал още в лекциите на проф. Митрани през 1957 година. През 1936 г. Лейпунски е направил първия опит за косвено доказателство за съществуване на неутрино (В преки експерименти това е доказано 20 години по-късно). Той е избран за член на Украинската академия на науките още на 29-годишна възраст. Създател е на ново направление в ядрената енергетика. За приносите му в науката е получил Ленинска премия и званието “Герой на социалистическия труд”. Това не е пречило на властите периодично да го свалят от ръководни длъжности. Последно, през 1970 година е отстранен от поста научен ръководител на ФЕИ. Умира през 1972 година.

КАКВА Е ПО-НАТАТЪШНАТА СЪДБА НА “МУСКЕТАРИТЕ”,

дръзнали да се шегуват и “да изкривяват представата за съветските учени”?

В. Павлинчук скоро след уволнените му от института умира от бъбречна недостатъчност. На погребението му от Москва пристигат много колеги – дисиденти, което предизвиква нова вълна от партийни наказания.

В. Турчин бързо е извоювал авторитета на изключителен специалист в математическата лингвистика. През 1973 г. пише писмо в защита на А. Сахаров, след което остава безработен. Няколко години по-късно принудително емигрира в САЩ, където става професор в Ню-Йоркския университет.

Н.Работнов и Ю.Конобеев продължават да работят в Обнинск. След няколко години защитават докторски дисертации, а по-късно са избрани за професори. Н.Работнов още веднъж получава партийно наказание, затова че е приютил временно в жилището си уволнения от Академията В.Турчин.

Аз лично съм срещал няколко пъти проф. Работнов на конференциите по неутронна физика; ползвал съм се от негови методики за оценка на сечения за ядрени реакции

в резонансната област на неутроните. Признат като водещ специалист в ядрената и неутронна физика (по-специално във физиката на ядрения топливен цикъл), той е избран за член на Руската академия на природните науки. През последните години от дейността си е заемал длъжността “заместник директор” на ФЕИ по фундаменталните изследвания.

Ю.Конобеев получи признание като специалист по радиационна физика на твърдото тяло и радиационно материалознание.

ЕПИЛОГ, с две заключителни бележки

1. Въпреки намесата на властта, книгата “Физиците продължават да се шегуват” намери бързо и широко разпространение. След реакцията на Централния комитет областният секретар издава заповед да се изземат всички книжки от книжарниците в Обнинск, но вече е късно – всичко е разпродадено.

Продължително време тази книжка беше вдъхновение за физиците и стимул за бодро настроение в трудните времена.

Днес цитираните по-горе секретни документи могат да се разглеждат като своеобразен “паметник” на онези години, когато дори в шегите някои виждаха диверсия, а хумористичните книги се приемаха като заплаха за стабилността на системата.

2. Вървейки по “следите” на героите от тази сага, аз се натъкнах на още една находка. Любопитството ме накара да разровя страниците на том 14 от Голямата съветска енциклопедия (излязъл през 1973 г.), където по право трябва да има биографични бележки за А.И.Лейпунски (според получените научни степени и държавни награди). Неговото име, обаче, е прескочено (навярно е попаднал под обвинението за “ционистки действия”). Няколко години по-късно “грешката” е поправена. В излезлия през 1980 година еднотомен съветски енциклопедичен речник на заслужилия учен е указано подобаващо внимание – биографичните бележки за него са толкова, колкото за бившия генерален секретар на КПСС Н.С.Хрущов.

Истинското признание за заслугите в науката на А.И.Лейпунски идват по-късно. **Днес Физико-енергетичният институт в Обнинск носи неговото име.**

Казват, че най-добре се смее този, който се смее последен. В много случаи това е Историята. Тя се присмива и на онези, които са вършели глупости, и на тези, които са ги търпели.

ИНТЕГРАТИВНИТЕ НАУКИ И ТРУДНОСТИТЕ НА ТЯХНОТО ИНТЕГРИРАНЕ В НАУКАТА (Интердисциплинност. Хаос и ред)

Михаил Бушев

1. Интегративност на научното познание – встъпителни бележки

“Развитието на научното знание от 20 в. бързо премахва границите между отделните науки. Ние все повече се специализираме не по науки, а по проблеми.”

Тази мисъл на бележития руски естествоизпитател и философ В.И. Вернадски (1863-1945), основоположник на редица междудисциплинни направления в науката – биогеохимията, радиогеологията, генетичната минералогия, теорията на биосферата и др. – предрича една тенденция в научното знание, която с настъпването на 21 в. се проявява все по-отчетливо. Това е тенденцията към особен вид интегративни науки, които днес наричаме интердисциплинни. Така например, през последните няколко десетилетия буквално пред очите ни се обособиха интердисциплинните направления нанонаука [1] и плектика [2].

Интегративните науки поставят пред сериозни изпитания както наукознанието и методологията на науката, така и образованието – средно и университетско. Към кои от съществуващите учебни предмети (на университетите и училищата) биха могли да се причислят интердисциплинни науки като системотехника, плектика, синергетика и т.н.? Кои научни съвети биха могли да оценяват постиженията в тези области? Кои научни комисии да разглеждат проекти в тези насоки? Те все още са “ничия земя”, няма ги в научните енциклопедии. Това са трудности, които произтичат от самия интегративен характер на тези науки!

Така се изправяме пред своеобразен парадокс. Интегративните науки безусловно бележат напредък в научното знание. Заедно с това обаче именно тази тяхна природа прави трудно интегрирането им в процесите на обучение, в оценката на постиженията и на научните проекти. А това спъва по-нататъшното им развитие. Как млади и инициативни учени да се заемат с работа в тези перспективни направления, ако няма нито подходяща научна група, нито подходящи университетски предмети, а списанията, в които биха могли да публикуват, се броят на пръсти?

Проблемът с инкорпорирането на интегративните науки в тялото на научното знание е сравнително нов. В предишните столетия унифицирането на знанието е давало забележителен тласък напред. Така е с осъществяването от Нютон интегриране на небесната и земната механика; така е с обобщението, което Фарадей осъществява на заварените от него “различни” видове магнетизъм; така е с обединението на електричеството и магнетизма, осъществено от Максвел, както и с последвалото го естествено приобщаване на оптиката към електромагнетизма.

Възниква въпросът: какво отличава интердисциплинните науки от споменатите примери за унификация на научното знание и поради това вместо да се облекчава инкорпорирането им в тялото на научното знание възникват определени затруднения?

Малко по-ясно стои въпросът с онези междудисциплинни науки, които съчетават предмет (проблем, процеси, явления) от една наука с методи – теоретични и експериментални – от друга наука. Например физикохимията, биофизиката, геохимията и т.н. намират “подслон” в университетския факултет, който изучава съответния предмет, но те не са чужди и на факултетите, които изучават съответните методи.

За да потърсим отговорите на поставените тук въпроси, ще се опитаме да вникнем в спецификата на интегративното знание и в типологията на междудисциплинните направления.

2. Пример: биофизиката и кибернетиката – различни форми на междудисциплинност

За да илюстрирам нуждата от внасяне на известна яснота в употребата на понятието “интердисциплинност”, ще направя съпоставка между две безусловно междудисциплинни науки – биофизиката и кибернетиката.

По определението, дадено в авторитетната руска “Физическая энциклопедия” (т. 1, М., 1988), “биофизиката е научна област, посветена на изучаването на физични и физикохимични явления в биологичната област”. Казано най-кратко, биофизиката изучава физиката на живата природа. Обект на биофизиката са формите на живата материя (клетки, мембрани, тъкани, неврони и т.н.), а изучаваните процеси и явления, както и методите – теоретични и експериментални – са предимно физически. Например за анализа на структурата на белтъчните молекули се използват физични методи като спектрометрия, електронна микроскопия, мас-спектроскопия, ядрен магнитен резонанс и т.н. Посредством рентгеноструктурен анализ на кристални белтъчни препарати, Фр. Крик и Дж. Уотсън създадоха своя знаменит стереохимичен модел за строежа на ДНК – “двойната спирала”.

Биофизиката е пример за интегративна наука, оформила се при кръстосването (симбиозата) на физиката и биологията. От друг тип е интеграцията на знанието в случая на кибернетиката. Още при зараждането си, кибернетиката се оформя като симбиоза на логика и математика, физика, физиология и психология, електротехника и др. и доказва своята перспективност във всички области, където има процеси на управление (респ. обратна връзка, информация и т.н.) [3]. За интегративната същност на кибернетиката, определяща роля играе централната концепция за управление. Поради това, за разлика от биофизиката, предметът (обектът, проблемите) на кибернетиката не е локализиран в рамките на една наука (каквато е биологията за биофизиката), а обхваща всички онези научни дисциплини – природни и хуманитарни, – в които роля играят процесите на управление. По същия начин методите на кибернетиката не са ограничени с методите на една наука (каквато е физиката за биофизиката), а се модифицират в зависимост от конкретната проблемна ситуация.

3. Монодисциплинни, мултидисциплинни и интердисциплинни науки

Фундаменталните науки (физика, химия, история, икономика и т.н.), най-общо се характеризират с исторически формираната се съвкупност от обекти и методи на изучаване. За да ги разграничим от интегративните науки, ще ги наричаме *монодисциплинни*.

Примерът с биофизиката като своеобразна симбиоза на двете фундаментални науки биология и физика може да се разшири многократно, като се посочат още подобни интегративни дисциплини като физическа биохимия, биофизична цитология, биоорганична химия, геохимия, физика на невронните мрежи и мн. др. Общото за всички тези интегративни науки е това, че при тях обектът (източникът на проблематиката) е локализиран в една фундаментална наука, а методологията (подходите, принципите и т.н.) – в друга (или други). Такива науки бихме могли да наричаме *мултидисциплинни*. Те обхващат – проблемно и методологично – две или повече фундаментални науки. Границите им обикновено съвпадат с тези на обединяваните науки, а развитието им върви в рамките на същите тези фундаментални науки.

Другата категория интегративни науки са *интердисциплинните*. При тях обектът (проблематиката) се определя от една централна концепция, която, като правило, е разположена в много широк кръг от фундаментални науки. Същото до голяма степен се отнася и до методологията. Примери за централни концепции (процеси, явления) са: система, информация, сложност, симетрия, множество, операция, игра, структура, оптимизация, знак, език и мн. др. [4].

Централната концепция за самоорганизация стана основа на възникналата през 70-те години на 20 в. интердисциплинна наука синергетика. Макар да води началото си от физиката (неравновесна термодинамика, нелинейни процеси, колективни явления в многочастични системи – лазери, свръхпроводимост и мн. др.), синергетиката бързо обхваща редица области, в които роля играят процесите на спонтанно структурообразуване – от химическите периодично протичащи реакции до популационните вълни и дори до процесите на формиране на общественото мнение. В днешно време синергетиката разкрива перспективни насоки в теорията на познанието, психологията, информатиката (т.нар. информационна синергетика), езикознанието, изкуствознанието. Показателна в това отношение е поредицата, издавана в Русия под общото заглавие “*Синергетичната парадигма*”; първият сборник от статии излезе с подзаглавие “*Многообразие на изследванията и подходите*” (2000 г.), а вторият – с подзаглавието “*Нелинейното мислене в науката и изкуството*” (2002 г.).

Свойството на интердисциплинните науки да генерират нови връзки в областта на знанието кара И.Пригожин и И.Стенжер да виждат в това своеобразна “метаморфоза на науката”; за нея те писаха в книгата с многозначителното заглавие “*Новата връзка*” [5].

Друг тип източник на интердисциплинност е централната проблематика, от която съответно възниква т. нар. интердисциплинна ситуация (вж. напр. [6]). Примери за централна проблематика са глобалните проблеми (опазване на околната среда, парников

ефект, озонова дупка, демографски взрив, ресурси на енергия и суровини, изхранване на населението и т.н.), както и редица изследователски проблеми. Например известна е интердисциплинната ситуация, свързана с изследванията върху елементарните частици, където проектирането, конструирането, обслужването на ускорители, както и поставянето на експерименти и тяхното тълкуване изисква кооперирането на огромни екипи от специалисти в най-различни области. (Резултатът е, че понякога научно съобщение за откритие в тази област има толкова много автори, че списъкът им заема почти същия обем като обема на самата статия.) Подобна ситуация възниква също при космическите изследвания, арктическите изследователски експедиции, разработката на научно-технически проекти в глобален мащаб и т.н.

4. Интердисциплинност и научни школи

Казаното дотук може да се резюмира по следния начин. Науките най-общо се делят на фундаментални (монодисциплинни) и интегративни. Фундаменталните науки са исторически оформили се области на знанието с определени предмети на изследване и съответни методи.

На свой ред интегративните науки се делят на мултидисциплинни (комплексни) и интердисциплинни. Мултидисциплинните науки съчетават принципи и методи на една фундаментална наука с обекти (процеси, явления) на друга (или други) фундаментална наука. Границите на мултидисциплинните науки могат да се разширяват с обхващането на нови фундаментални науки; но този процес винаги е ограничен в рамките на неголям брой фундаментални науки.

От своя страна интердисциплинните науки представляват области на знание, обединени около една централна концепция [7] или централен проблем (в последния случай говорим за интердисциплинна ситуация). Около централни концепции като управление, информация, сложност, самоорганизация и т.н. се оформиха съответно интердисциплинните науки кибернетика, информатика, плектика, синергетика. Поради широкия обхват на своите централни концепции тези науки водят до естествена унификация на знанието – природни, технически и обществени науки.

За развитието на интердисциплинните науки особено важна – може да се каже критична – е ролята на научната школа. Научните школи винаги израстват благодарение на водещи личности. Ролята на последните винаги е от значение, но тя е особено подчертана при интердисциплинните изследвания. Да припомним, че възникването на кибернетиката се свързва със школата, създадена от Н. Уинър. По подобен начин термодинамичната теория на самоорганизацията беше развита в Брюкселската школа по дисипативни структури на Иля Пригожин; кинетичната теория на самоорганизацията – в Щутгартската школа на Х. Хакен по синергетика, науката за простотата и сложността – плектиката – в школата на М.Гел-Ман [8] в Санта Фе, САЩ, и ред други.

Очевидно е, че научните школи представляват едно възможно решение на поставения по-горе въпрос за инкорпорирането на интердисциплинните науки в съществуващото

научно знание. Школите обаче се нуждаят за своето създаване и развитие от твърде специфична социокултурна среда. Трябва да се търсят и други подходи.

5. Хаос и ред – централни концепции на интердисциплинни науки

Някои концепции имат поради самата си същност дихотомен характер, т.е. тезата върви неизменно свързана със своята антитеза. Такива са простотата и сложността, симетрията и асиметрията, хаосът и редът и др. Ще разгледаме двойката хаос – ред като пример за централни концепции, около които са възникнали множество интердисциплинни науки.

а) Многоликият хаос

Преди няколко години излезе българският превод на книгата *“Природата на хаоса”* [9]. Нейният автор Едуард Лоренц, американски метеоролог, е известен като откривател (през 1964 г.) на странния атрактор – математическия образ на детерминистичния хаос. Любопитно е, че Лоренц използва термина “хаос” с нескривана съпротива. Причината е, че този термин е обременен с твърде много смислови нюанси, които са се напластили от употребата му в митовите, историята, философията, изкуството, науката.

Хаосът е (синонимен с или сроден на) безредие, неустойчивост, беззаконие, неуправляемост, непредсказуемост, случайност, турбулентност, дисхармония, какофония, безобразие, разрушение (но и съзидание – вж. напр. митовите за сътворението на света). От друга страна неговата антитеза – редът – е (синонимен на или сроден с) подреденост, закон, организация, устойчивост, предсказуемост, детерминираност, хармония, красота, симетрия (но пък строгата кристална симетрия е отрицание на живата природа).

Не е трудно да разберем Е. Лоренц. При все това хаосът (и редът) добива все по-ясно артикулирана употреба като физическо понятие.

б) Хаосът и редът във физиката

Любопитно е, че хаосът навлезе като обект на изучаване в природните науки и конкретно във физиката едва в края на 20 в. В действителност под формата на понятието “газ” (което произхожда от “хаос”) той е въведен във физиката (от белгийския учен Ван Хелмонт) още през 17 в. Но причината хаосът така дълго да остава извън обсега на физическото изследване се корени в схващането на класическата наука, че в природата първичен е редът, а хаосът е вторичен, на повърхността на явленията. Ярък образец за това схващане е хипотезата за Лапласовия демон [10].

Все пак като квантифицирани понятия хаосът и редът се появяват във физиката заедно с идеите за ентропия (Р. Клаузиус, 1865) и симетрия. Ентропията е мярка за безредието в една система и широката употреба на понятието ентропия – не само във физиката и химията, но и в биологията, а даже в социологията и икономиката – сочи недвусмислено интердисциплинната природа на понятието хаос. Симетрията описва реда в една система; при това колкото по-подредена е системата, толкова по-ниска

е нейната симетрия (напр. при магнетичите възникването на по-подреденото феромагнитно състояние е съпроводено с нарушаване – понижаване – на симетрията на парамагнитното състояние).

В края на 20 в. физиката разграничи няколко вида хаос:

(а) *Недетерминистичен хаос* (НдХ) – сложно и случайно поведение в системи от голям брой елементи. Дължи се на случайни външни или вътрешни фактори. Примери са Брауновото движение, турбулентността, термодинамичните процеси, социологически и икономически процеси и т.н. Количествена мярка за този вид хаос е ентропията, която поради това все по-често намира приложения извън физиката [11].

(б) *Детерминистичен хаос* (ДХ) – нерегулярно поведение на динамични системи, имащо свойствата на случаен процес. Дължи се не на случайни фактори (системата е динамична!), а на силна чувствителност спрямо началните условия. Прост пример е генераторът на случайни числа; динамичното уравнение

$$x(n) = x[n - x(n-1)] + x[n - x(n-2)]$$

(n – цяло положително число) не съдържа никакви случайни фактори, но решенията му са случайни и силно чувствителни спрямо избраните начални условия (например двете начални условия $x(1) = x(2) = 1$ и $x(1) = 1, x(2) = 2$ водят до две бързо раздалечаващи се по стойности редици от случайни числа).

в) Хаосът и редът на “карта на науките”

Концепциите хаос – ред описват процеси и явления в множество природни и хуманитарни науки – от химията и биологията до социологията и финансите. Приведената по-долу “карта” показва ролята на тези концепции като централни за редица интердисциплинни науки.

С реда се свързват детерминистичните причини и следствия; с хаоса – случайните причини и случайните следствия. Да разположим двете двойки причини и следствия по върховете на един правоъгълник, както е в приведената по-долу фигура. Тази фигура нагледно показва, че детерминистичните причини (редът Р) могат да пораждат както детерминистични следствия (т.е. ред Р), така и случайни следствия (т.е. хаос Х). От своя страна случайните причини (хаосът Х) могат да дават началото както на детерминистични следствия (ред Р), така и на случайни следствия (т.е. хаос Х).

На “картата” са показани само някои от науките, които описват тези преходи. Преходът от ред към хаос се описва от (интердисциплинната!) теория на детерминистичния хаос (който по думите на руския математик Я.Синай представлява “случайност на неслучайното”). Преходът от хаос към ред, т.е. спонтанното образуване на структури, се описва от интердисциплината наука синергетика или теорията на дисипативните структури (която, по думите на И. Пригожин, описва възникването на “ред чрез флуктуации”). По същество, всеки от посочените четири вида преходи съдържа цели масиви от явления и процеси, както и тяхното теоретично описание. Например преходът $P \rightarrow P$



съдържа множество видове ред: пространствен (позиционен, ориентационен, близък, далечен, примери за които са кристалите, течните кристали, квазикристалите), времеви ред (периодични движения), пространствено-времеви ред (хомеостаза, популационни вълни). Преходът $X \rightarrow P$ описва явленията и процесите на самоорганизация (ефект на Бенар, лазерно лъчение, химически часовник, автотрептения, формиране на обществено мнение и мн. др.) [12].

6. Заключителна бележка: интердисциплинност и изкуство

В показаната “карта” изкуството остава зад екран. То обаче винаги напомня за себе си със своето непрестанно търсене на хармонията между хаоса и реда. Именно в тази хармония се открива красотата – не в пълната симетрия, а в нарушената в някаква мяра симетрия. А това отново ни връща към науката, където Е. Шрьодингер преди шест десетилетия предсказа [13], че в основата на живота трябва да стои своеобразна структура, която той нарече “апериодичен кристал”, т.е. нарушена в някаква мяра кристална симетрия.

Интердисциплинните науки представляват своеобразни парадигми, които са общи за всички равнища на описание – от микрофизика и социология до космология. Поради това те прехвърлят естествени мостове между природознанието и хуманитарното знание. Нещо повече, интердисциплинността ни извежда и в областта на изкуството, като по този начин бележи естествено разрешение на посочения още през средата на миналия век (от Чарлз Пърси Сноу – английски ядрен физик и известен писател)

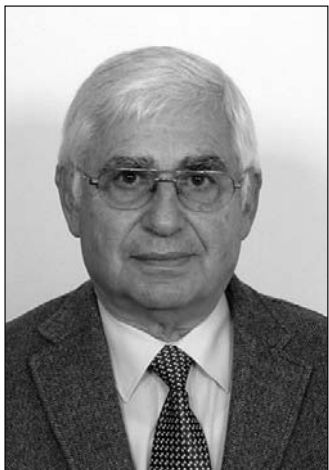
конфликт на “двете култури”. Вероятно е прав Г. Флобер, когато предвижда, че “С течение на времето изкуството става все по-научно, а науката все по-художествена; разделяйки се при основата, те ще се срещнат някога при върха”.

Бележки и цитирания

1. М.Рукс. *Наистина има много място*. “Светът на физиката” 2/2002, с. 126; Н. Копринаров, М. Константинова. *Въглеродни наноструктури в нанотехнологиите*. “Светът на физиката” 1/2003, с. 11.
2. Мъри Гел-Ман. *Плектика – науката за простотата и сложността*. “Светът на физиката” 4/2002, с. 311.
3. Н.Винер. *КИБЕРНЕТИКА или управление и връзка в животното и машините*. М., 1968.
4. Идеята за ролята на централната концепция във формирането на интердисциплинните науки беше предложена от автора преди няколко години в статията: М.Бушев. *Тезата за “край” на науката и интердисциплинността*. “Светът на физиката” 2/1995, с. 9. Там се посочват неограничените по своя характер изследователски пространства, свързани с новите гносеологични измерения, разкрити от интердисциплинните науки.
5. И.Пригожин, И.Стенжер. *Новата връзка*. С. 1989.
6. *Хуманизация на науката*. Сб. Статии под ред. на А.Поликаров, К.Симеонова и др. С. 1989.
7. Такава централна концепция може да се окаже и възникналото неотдавна понятие “мека материя”; срв. статията: Ал.Петров. *Физика на меката материя*. “Наука” 4/2004, с. 40.
8. Murray Gell-Mann. *The Quark and the Jaguar – Adventures in the Simple and the Complex*. N.Y. 1994. (Български превод: Мъри Гел-Ман, *КВАРКЪТ И ЯГУАРЪТ*. “Прометей-ИЛ”, С. 2005).
9. Е.Лоренц. *Природата на хаоса*. С. 2000.
10. М.Бушев. *Хаосът и Лапласовият демон*. “Светът на физиката” 3/1993, с. 141; 4/1993, с. 229.
11. Много показателна в това отношение е статията на А.А.Петров и А.Г.Петров. *ИКОНОФИЗИКАТА: нови хоризонти за теоретичната физика*. “Светът на физиката” 4/1998, с. 268.
12. М.Бушев. *СИНЕРГЕТИКА. Хаос, ред, самоорганизация*. С. 1992.
13. E.Schrödinger. *WHAT IS LIFE? The Physical Aspect of the Living Cell*. Cambridge, 1945.

Присъединете се към групата на списанието
във facebook –
Списание **Светът на Физиката**

АКАДЕМИК МАТЕЙ МАТЕЕВ НА 70 ГОДИНИ



На 10 април 2010 г. Председателят на Съюза на физиците в България, академик Матей Драгомиров Матеев, навърши 70 години. Професор по теоретична физика с международно признати приноси в науката и изявен общественик, той е емблематична фигура във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“

Проф. Матеев е роден на 10 април 1940 г. в София в семейство, част от някогашната софийска интелигенция – лекари и общественици. Средното си образование завършва в 22 училище през 1957 г. Постъпва студент в Софийския университет „Св. Климент Охридски“ и се ориентира към физиката, като научните му интереси постепенно започват да се концентрират в областта на теоретичната физика. През 1963 г. завършва Физическия факултет и с конкурс е избран

за асистент в катедра Теоретична физика. Наскоро след това спечелва стипендия и заминава за една година в току-що сформирания Международен център по теоретична физика в Триест, Италия. Там за пръв път среща учени от световния елит в областта на теоретичната физика. През 1971 г. защитава кандидатска дисертация на тема “Върху релативистичната проблема за взаимодействието на две тела”.

От 1971 до 1980 г. е сътрудник в Лабораторията по теоретична физика на Обединения институт по ядрени изследвания (ОИЯИ) в Дубна, Русия. Там през 1980 г. защитава дисертация на тема “Върху концепцията за елементарната дължина във физиката на свръхвисоките енергии” и му е присъдена научната степен Доктор на физическите науки.

След завръщането си в България, Матей Матеев е избран за доцент през 1982 г., а през 1984 г. – и за професор към катедра Теоретична физика при Физическия факултет на СУ. През 2003 г. проф. Матеев е избран за академик в Българска академия на науките.

Проф. Матеев заема достойно място сред най-уважаваните преподаватели, чели лекции във Физическия факултет на Софийския университет. От началото на научната си кариера е водил семинарни занятия по почти всички дисциплини, за които катедра Теоретична физика отговаря. През последните години е чел лекции по Квантова механика, Квантова теория на полето, Физика на елементарните частици, Теоретична астрофизика. Проф. Матеев е бил лектор на редица международни школи у нас и в чужбина, в международни научни центрове и чужди университети. За проф. Матеев преподаването е мисия. Четенето на лекции не е само излагане на материала, а и създаване и предаване на академичната атмосфера, на духа на науката. Той притежава

забележителното качество да излага разбираемо и съдържателно най-сложни въпроси от съвременната физика.

В традициите и стила на водещите университети, е максимата “За да бъдеш добър университетски преподавател, трябва да бъдеш силен учен”. Научно-изследователската работа на професор Матеев обхваща различни области на теоретичната физика. Резултатите от нея са публикувани в повече от 120 научни публикации в реномирани международни списания. Цитирани са в повече от 1000 публикации на други автори.

Цикъл от работи на професор Матеев обхваща различни въпроси на релативистичната задача за две тела, свързани с т. нар. квазипотенциален подход в редакциите на Логунов и Тавхелидзе и на Кадишевски. Тези работи донасят на М. Матеев широка известност и го правят заедно със съавтори носител на Първа премия за научноизследователска работа на ОИЯИ – Дубна, за 1975 година.

Друг цикъл от работи отразяват изследванията на проф. Матеев по квантовата теория на полето и хипотезата за фундаментална дължина. Основното предположение е, че в природата съществува нова фундаментална константа – елементарна дължина, имаща геометричен произход – тя е обратнопропорционална на кривината на импулсното пространство. По-нататък изследванията прерастват в работа по създаване на локална калибровъчно инвариантна квантова теория на полето с фундаментална дължина.

Трети цикъл изследвания на проф. Матеев са свързани с високотемпературната свръхпроводимост – ново направление в развитието на физическите науки в България, което той инициира през 1987 г., почти веднага след откриването на явлението от Беднорц и Мюлер. Той извършва сериозна организаторска работа по обединяване на усилията на учени от СУ “Св. Климент Охридски”, Българска академия на науките, други висши училища, както и на отраслови институти, което съществено ускорява изследванията в тази област. С негово участие са получени редица важни резултати със свръхпроводници на базата на лантана, итрия, бисмута и талия, получили висока оценка от международната колегия. Регистрирани са и две изобретения с негово участие.

По инициатива на проф. Матеев Софийският университет е включен за участие в космическите изследвания чрез създаване на Университетския център по космически изследвания и технологии (УЦКИТ). В центъра се извършва научна и учебна дейност в областта на космическите изследвания и технологии, които намират приложение в електрониката, телекомуникациите, геофизиката, метеорологията, екологията, археологията и други области. В него се извършват и изследвания на свойствата на материали за космическите технологии и нано-технологиите. Заедно с други колеги, М. Матеев е автор на експеримента “Климент-рубий” в рамките на научната програма на втория български космонавт през 1988 г.

Проф. Матеев заема редица университетски и административни позиции. От 1983 до 1985 г. е Декан на Физическия факултет, а от 1985 до 1987 г. е Заместник-ректор на Софийския университет. През 1983–1989 и 1995–2003 г. е член на Академичния съвет на Софийския университет. От 1992 до 1994 г. и от 1995 до 2003 г. е Ръководител на катедрата по Теоретична физика при Физическия факултет на Софийския университет.

От 1986 до 1989 г. е Заместник-председател на Комитета за наука при Министерския съвет на Република България и е един от основателите на Националния фонд за научни изследвания. През 1990 г. става Първи заместник министър, а през 1990 – 1991 е Министър на народната просвета във второто правителство на А.Луканов и в коалиционното правителство на Д.Попов. Екипът на Министър Матей Матеев премахва училищните заместник-директори, учебната седмица се скъсява от 6 на 5 дни. Дава се възможност да се предлагат повече от един учебник по учебен предмет, а в издаването им могат да участват и частни издателства. Въвеждат се безплатни учебници до 8 клас. Приет е Законът за народната просвета, изработени са текстовете на конституцията за образованието.

Дълги години акад. Матеев се бори и полага много усилия България да стане член на ЦЕРН. Членството на страната ни в ЦЕРН от 1999г., дава на българските физици уникален достъп до научни изследвания на най-високо равнище, до върхови технологии. Сега те са равностойни участници при построяването и работата на големия адронен колайдер и на неговите детектори.

От 2006 г. е член на Президиума на Висшата атестационна комисия при Министерския съвет на Република България.

От 1993 г. Академик Матеев е член на Научния съвет на Обединения институт за ядрени изследвания, Дубна, Русия, през 1999 – 2000 г. е делегат на Република България в Съвета на ЦЕРН, от 1997 до 2003 г. е Заместник-председател на Балканския физически съюз, от 2003 – Fellow на Института по физика на Обединеното кралство (IOP).

От създаването на асоциация EURATOM-INSRNE.BG за изпълнение на задачи по изследване на проблемите на термоядрения синтез, акад. Матеев е координатор за участието на Софийския университет в тази програма. От 2006 до 2009 е и делегат на Република България в Консултативния комитет за термоядрен синтез CCE-FU, Еврoатом, а в момента е национален представител в Управителния съвет на Европейското съвместно предприятие за ITER.

От редица години акад. Матеев е Главен редактор на Българския физически журнал – националното научно списание по физика. От 1995 до 2001 г. е член на Управителния съвет на Съюза на физиците в България, а от 2001 г. вече трети мандат е Председател на Съюза на физиците в България.

Акад. Матей Матеев е кавалер на ордена “Кирил и Методий” – първа степен и на ордена “Дружба народов”.

Пенсионер от 2009 г., академик Матеев продължава своята активна научноизследователска и обществена дейност.

Скъпи Председателю на Съюза на физиците в България, човек и добре да живее навършва 70 години (а пожелаваме и доста повече). Съюзът, колегията на физиците и приятелите Ви желаят много радости и се надяват на Вашата активна и плодотворна дейност и през следващите десетилетия.

Иван Лалов, Цвятко Попов

ИНТЕРЕСНИ УЕБ СТРАНИЦИ

Образователно-изследвателски: Британската Национална Лаборатория по Физика извършва изследвания, насочени към подобряването на измерителните стандарти. Лабораторията администрира също и образователна страница, наречена *образователно-изследвателски*, на която можете да намерите интересни експерименти, образователни ръководства и друга полезна информация за учители по физика и ученици: <http://www.npl.co.uk/educate-explore/>

Визуализация на сферичните функции: Когато една трептяща физическа система притежава сферична симетрия, всяка нейна мода може да се опише с функция, наричана сферична хармонична. Този вид функции формират неприводимо представяне на групата от въртения около фиксирана точка $SO(3)$ или на двойно покриващата я група $SU(2)$ и се характеризират със стойностите на две цели числа. Едно от най-естествените приложения на сферичните функции е в теорията на белите джуджета, където силната гравитация на повърхността на звездата налага почти идеална сферична симетрия. Трето число определя колко периода има пулсацията между центъра и повърхността на звездата. Интерес представлява компютърната анимация на трептенията за различни стойности на тези числа. Страницата, която ви представяме, се администрира от организация, която нарича себе си „Корпорация за изследвания на бели джуджета“: <http://whitedwarf.org/education/vis/>

Физични хумористични петостиишия: Около четирдесет такива петостиишия са събрани на страницата на Физическия факултет на Харвардския университет от лектора Дейвид Морин. Самият той определя някои от тях като забавни, други глупави, но всичките, ако не сме прекалено придирчиви, са физически правилни. Ето опит за превод на едно от тях:

*За обекти в покой или движещи се свободно
Вникни какво Първия закон дефинира подробно
Той определя важна система
Инерционна тя се нарича
В тази система Втория закон после се връща
<http://www.physics.harvard.edu/academics/undergrad/limericks.html>*

ПРОФ. Д.Ф.Н. БЛАГОЙ ГЕОРГИЕВ АМОВ (1931-2010)

На 12 януари 2010 г. ни напусна завинаги дейният член на физическата общност проф. д.ф.н. Благой Амов – международно известен български учен, специалист в областта на радиоактивността и ядрените методи и особено на приложението им в геологическите изследвания и физиката на кондензираната материя.

Благой Георгиев Амов е роден на 11.11.1931 г. в с. Крупник, Софийска област. Висше образование по физика завършва през 1956 г. в Софийския университет. През 1957 г. спечелва конкурс за асистент в катедра Физика на МЕИ-София, а през 1961 г. става научен сътрудник във ФИ с АНЕБ при БАН, в секция „Радиоактивност“ с ръководител проф. Е. Карамихайлова. След създаването на ИЯИЯЕ през 1972 г. той работи отначало в сектор „Ядрена спектроскопия“, а по-късно преминава в сектор „Ядрени методи“ – като ръководител на проблемна група „Масспектрометрия и йонна имплантация“. От 1992 г. става ръководител на сектор „Ядрени методи“, а от 2002 г., до пенсионирането си през 2008 г. е ръководител на новосъздадената лаборатория „Масспектрометрия и йонна имплантация“. Научната степен „кандидат на физическите науки“ защитава през 1969 г., а през 1984 г. – за степента „доктор на физическите науки“. Научното звание „старши научен сътрудник II ст.“ му е присъдено през 1973 г., а „старши научен сътрудник I ст.“ – през 1987 г.

Плодотворната научно-изследователска дейност на проф. Амов е намерила отражение в повече от 100 научни труда, а за високо им ниво говорят и 170-те техни цитирания в различни списания. Основните научни направления, в които той работи, са: радиометрия на ниски активности с приложения в областта на екологията; ядрена спектроскопия, изследване схемите на разпадане на възбудени атомни ядра; масспектрометри, изотопен анализ на оловото и еволюция на радиогенните изотопи с приложения в областта на геологията; йонна имплантация с помощта на изотопен електромагнитен масепаратор. Едни от най-значимите научни резултати на проф. Амов са в областта на масспектрометричните изследвания на изотопния състав на оловото в български находища. Благодарение на същественото усъвършенстване на измерителната методика той постига много висока точност при определяне на изотопния състав на оловните руди (0,1%), а от там и на тяхното датиране. Така е получена богата база от данни за изотопния състав на оловото в над 600 рудни образци и 250 образци от интрузивни и метаморфни скали от трите основни структурно-металогенни зони на България. Данните са интерпретирани по разработения от него математичен модел за оловно-изотопната еволюция на земята и е получена важна нова информация за геохронологията, генезиса и източниците на скали и руди в България.

Наред научно-изследователската проф. Амов има и значителна педагогическа и научно-организационна дейност. Освен работата си като редовен и хоноруван асистент по физика в техническите университети, от 1991 г. той редовно чете лекции по „Атомна и ядрена физика“ и „Радиационна защита и дозиметрия в Югозападния университет „Неофит Рилски“, където е избран и за извънреден професор. През част от този период води също курсове по „Изотопна геология“ на студенти-магистри в Минно-геоложкия и в Софийския университети. От 2000-2008 г. той е председател на СНС по „Ядрена физика, ядрена енергетика и астрономия“ при ВАК, за ефективната работа на който отделя много време и сили.

НЕ Е ДАЖЕ ПОГРЕШНА Неуспехът на струнната теория и търсенето на единство във физическите закони

Част II

Питър Войт

Глава 12. СТРУННА ТЕОРИЯ И СУПЕРСИМЕТРИЯ

Общо правило е, че научният прогрес се дължи на сложни взаимодействия между теоретични и експериментални постижения. Това със сигурност се отнася за стандартния модел. Внимателният читател вероятно е забелязал, че в предната гл.11, при излагането на суперструнната теория, няма никакво позоваване на експериментални резултати. И съвсем основателно: суперструнната теория няма никаква връзка с експеримента, тъй като тя не прави абсолютно никакви предсказания.

Тук ще разгледаме това странно обстоятелство и ще се опитаме да оценим постигнатия през последните двадесет години напредък към целта, суперструнната теория да бъде превърната в реална теория, която може да обясни нещо за природата. Тъй като се предполага, че нискоенергетичната граница на суперструнната теория е суперсиметричната квантова теория на полето (КТП), ще започнем със суперсиметричните разширения на стандартния модел. После ще видим кои са проблемите, които пречат на суперструнната теория да бъде истинска теория и какви са перспективите за промяна на това положение. Накрая ще бъде направен опит за оценка на успехите на суперсиметрията и на суперструнната теория в математиката, където, за разлика от ситуацията във физиката, има реални постижения.

В тази глава има малко повече технически детайли, които могат да затруднят читателя. Но те са важни не само заради обсъжданите въпроси, но също така защото обикновено се излагат само за специалисти. Все пак, надеждата е, че основните идеи ще станат ясни на всички читатели.

Суперсиметрия

През последните години бяха организирани няколко конференции, за да се отбележи 30-та годишнина на идеята за суперсиметрия и много от съпричастните написаха спомените си за нейните ранни времена. Към този момент има публикувани повече от 37000 научни статии по въпроси на суперсиметрията и през последното десетилетие те продължиха да се появяват със средна скорост над 1500 за година – скорост, която не дава признаци за намаляване. Какво сме научили и какви резултати могат да се посочат от такова безпрецедентно количество работи върху една твърде спекулативна идея?

Идеята за суперсиметрията води началото си от ранните 1970 години и към края

на същото десетилетие върху нея работи все по-нарастващ брой изследователи. По данни на Станфордския университет, през 1979 е имало 322 статии по суперсиметрия и 446 през 1980. После имаме рязък скок с 1066 статии през 1982. През 1981 популярността на тази тема забележимо нараства, след като Уитън изнася цикъл лекции по суперсиметрия на школата за теоретици в Ерисе, Сицилия.

През 1960-те и 1970-те години едни от най-известните лекции в Ерисе са тези на харвардския физик Сидни Колман. Писмените версии на неговите блестящи беседи върху идеите на $SU(3)$ симетрията, алгебрата на токовете, асимптотичната свобода, спонтанното нарушаване на симетрията, инстантоните и други въпроси, буквално се поглъщат от всеки теоретик, в момента на появата им. Те са събрани в книгата *Аспекти на симетрията*, излязла към средата на 1980-те години [1]. През 1981 Уитън поема ролята на Колман с красива серия от разяснителни лекции, включващи едно общо съображение, което продължава да се смята за една от двете основни причини идеята да бъде в центъра на вниманието.

Ще припомним, че от средата на 1970-те години една много популярна идея за разширяване на стандартния модел беше идеята за великото обединение, включваща построяването на Янг – Милсова квантова полева теория, основана върху група на симетрия, например $SU(5)$ или $SO(10)$, която е по-голяма от стандартния модел $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$. Аргументът на Уитън беше, че всеки опит за разширяване на стандартния модел до велика обединена теория (BOT) се натъква на нещо, което се нарича “проблем на йерархията”. Това означава, че в теорията има йерархия на два много различни мащаба на енергия (или, което е все едно, на разстояние), които е много трудно да бъдат отделени. Първият е енергетичният мащаб на спонтанното нарушаване на симетрията в електро-слабата теория, което е отговорно за масата на W и Z частиците и е приблизително 100 GeV. Вторият е енергетичният мащаб на спонтанното нарушаване на по-голямата симетрия на BOT и, за да се избегне противоречието с експеримента, той трябва да е най-малко 10^{15} GeV. Уитън твърдеше, че ако се въведат елементарни полета (например полета на Хигс), които да осъществяват това нарушаване на симетрията на вакуумното състояние, тогава няма естествен начин да се осигури щото единият масов мащаб да бъде 10^{13} пъти по-малък от другия. Ако освен това всеки един член в пертурбационното разложение не бъде внимателно “настроен” с голяма точност, нискоенергетичният мащаб няма да остава малък, а ще нараства почти до размера на енергията на великото обединение.

Той обаче смяташе, че суперсиметрията осигурява начин за справяне с този проблем. Оказва се, че макар да няма естествен начин масите на частиците, свързани с бозонни полета като полето на Хигс, да се задържат малки, фермионите, поради това че не са симетрични спрямо огледалното отражение, имат хирална симетрия и тя по естествен начин задържа тяхната маса на нула. В една суперсиметрична теория, бозоните и фермионите вървят по двойки с еднакви маси, поради което предложението на Уитън беше, че електрослабото поле на Хигс е част от суперсиметрична теория и негов партньор е фермион, чиято маса може по естествен начин да се положи равна

на нула. Даже в теория с масовия мащаб на голямото обединение, комбинацията на суперсиметрия и хирална симетрия може по естествен начин да задържа малка масата на електрослабата частица на Хигс. В резюме, аргументът на Уитън се състоеше в това, че ако търсим BOT от тип $SU(5)$ и искаме симетрията на вакуума да се нарушава от поле на Хигс, ще се натъкнем на проблем (йерархичния) и вероятно суперсиметрията би го разрешила.

Тези доводи бяха и са много влиятелни, но не трябва да забравяме, че те съдържат две съществени предположения. Първото е, че съществува велико обединение (при много голям мащаб на енергията) при спонтанно нарушаване на симетрията от нова съвкупност полета на Хигс. Второто е, че механизмът за електрослабо спонтанно нарушаване на симетрията е елементарно Хигсово поле. Всяко едно от тези предположения може да е грешно.

Освен йерархичния аргумент на Уитън, съществува и втори аргумент за суперсиметрията, който през последните два века става все по-значителен. Той също е основан върху предположението за велико обединение. Предполага се, че във BOT има само едно число, което характеризира силата на взаимодействието, докато в стандартния модел те са три – по едно за всяка от $SU(3)$, $SU(2)$ и $U(1)$ симетриите. Един урок от асимптотичната свобода е, че силата на взаимодействие зависи от мащаба за разстоянията, при които тя се измерва, така че когато разглеждаме велико обединение, ние трябва да екстраполираме наблюдаваните сили на взаимодействие от енергиите на ускорителя, в който те се наблюдават, до енергетичния мащаб на великото обединение. През средата на 1970-те години, когато бяха направени тези изчисления, беше установено, че трите сили на взаимодействие достигат приблизително една и съща стойност, когато енергията бъде екстраполирана до близо 10^{15} GeV, поради което беше прието, че това е мащабът на великото обединение. Днес имаме много по-точни измервания на трите сили на взаимодействие. Когато бъде направено същото изчисление, се установява, че трите числа не се събират в една точка. Трите екстраполирани енергии, при които съвпада една от възможните три двойки сили на взаимодействие, са различни една от друга и се намират в интервала $10^{13} - 10^{16}$ GeV.

Ако следваме най-популярния начин за обобщаване на стандартния модел до суперсиметрична квантова теория на полето и направим същите пресмятания, нещата значително се подобряват и стигаме до три сили на взаимодействие, които стават много близки при около 2×10^{16} GeV. Този резултат обаче ще има някакво значение само ако се направи поне едно твърде силно предположение. А именно, че никаква нова и непозната физика не съществува в огромния интервал на енергетични мащаби между вече изучения (до 100-1000 GeV) и мащаба 2×10^{16} GeV. Това предположение е познато под името “хипотеза за пустинята”. Тъй като не знаем какъв е механизмът, който нарушава великата обединена симетрия, друго едно неявно предположение е, че равенството на трите сили на взаимодействие при дадена енергия в действителност е необходима част от картината.

Освен тези два аргумента, има и някои други видове доводи, относно суперсими-

тричните квантови полеви теории. Исторически погледнато, един важен мотив е бил фактът, че суперсиметрията свързва фермиони и бозони и поради това можем да се надяваме, че тя ще обедини познатите частици от тези два типа. За съжаление вече стана напълно ясно, че това изобщо не е така и подобен аргумент е изцяло невалиден. Като имаме всичките познати частици, всеки опит да свържем кои да са две от тях с помощта на суперсиметрия, сериозно се разминава с експерименталните данни. Основният източник на проблема е в това, че суперсиметрията е пространствено-времева симетрия, която не зависи от вътрешните $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ симетрии. Поради това, тя трябва да свързва бозони и фермиони, които са в едни и същи представяния на $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$. Двойки от такъв вид не се появяват в стандартния модел. Това несъответствие между предсказваните от суперсиметрията схеми на симетрия и наблюдаемите данни за тях, остава валидно даже за повечето хипотетични модели на великото обединение, при които необходимите за великото обединение допълнителни частици не могат да се съотнесат една с друга посредством суперсиметрия.

Друг аргумент, който често се привежда в полза на суперсиметрията е, че е възможно нискоенергетичната граница на една суперструнна теория да бъде суперсиметрична квантовополева теория. Този довод, разбира се, е основан върху предположението, че при високи енергии светът се управлява от суперсиметрична теория. Нека посочим, че един от основните аргументи в полза на суперструнната теория е, че тя обяснява суперсиметрията. Това е кръгово разсъждение и то най-добре би се тълкувало като твърдение за взаимно свързани идеи на суперсиметрията и на струните, така че или и двете са грешни, или и двете са верни.

Друг възможен аргумент за суперсиметричната хипотеза е, че тя води до нова теория, която много убедително обобщава стандартния модел. През последните 25 години бяха положени много усилия да се разберат всички възможни суперсиметрични теории от такъв вид. Най-простата суперсиметрична теория, която обобщава стандартния модел, е известна като “минимален суперсиметричен стандартен модел” или МССМ.

Съществуват два фундаментални проблема, които затрудняват построяването на просто суперсиметрично обобщение на стандартния модел. Първият е, както споменахме по-горе, че тъй като няма как с помощта на суперсиметрията да се свържат всички познати частици, трябва всяка позната частица да се съотнесе с непозната, наречена суперпартньор. На всеки кварк съответства скварк, на всеки лептон – слептон и т.н. За бозонното поле на Хигс не може просто да се съпостави суперпартньор, но трябва да се постулира втора съвкупност от Хигсови полета, с втор набор от суперпартньори. Ако не удвоим броя на Хигс полетата, в теорията ще има аномалия и някои от кварките не могат да придобият ненулева маса.

Вторият фундаментален проблем е, че постулираните нови частици не могат да имат същите маси като познатите частици, тъй като тогава те биха били вече наблюдавани. За да сме в съгласие с експеримента, трябва да приемем, че всички нови частици са толкова тежки, че не могат да се създадат и наблюдават в съвременните ускорители. Това означава, че суперсиметрията трябва да е спонтанно нарушена симетрия, защото

ако тя е симетрията на вакуумното състояние, тогава бихме могли да покажем, че всяка частица има същата маса като нейния суперпартньор.

Необходимостта от спонтанно нарушаване на суперсиметрията е бедствие за целия проект на суперсиметрична квантова полева теория. Суперсиметричните разширения на стандартния модел са достатъчно добре изучени, за да е ясно, че те самите не могат да нарушат собствената си суперсиметрия, а при опит да се наруши, подобно на Хигсовия механизъм, се получават некоректни маси на частиците. Могат да се предложат начини за спонтанно нарушаване на суперсиметрията, но те всички включват предположения за голям брой нови частици и нови сили извън новите, които идват от самата суперсиметрия.

Цялата тази барокова и не много надеждна постройка напълно срива способността на теорията да предсказва каквото и да е. Тъй като не се разбира нарушаването на суперсиметрията, за да дефинираме МССМ, трябва за всяка позната частица да включим не само ненаблюдаван суперпартньор, но и всички възможни ефекти, които могат да възникнат при всяко нарушаване на суперсиметрия. Крайният резултат е, че МССМ съдържа най-малко 105 допълнителни ненаблюдавани параметри, които не са били в стандартния модел. Вместо да помогне да разберем някои от 18те експериментално известни, но теоретично необяснени числа на стандартния модел, суперсиметрията добавя нови 105. МССМ практически не може да прави никакви предсказания. По принцип допълнителните 105 числа могат да приемат произволни стойности и в частност няма начин да се предскаже какви трябва да бъдат масите на ненаблюдаваните суперпартньори.

Докато проблемите с нарушената симетрия са най-тежки, МССМ има и още някои нежелани свойства. За да не влизат суперпартньорите във взаимодействия с познатите частици по начин, който противоречи на експеримента, теорията трябва така да е построена, че да не съдържа симетрия на R-четност. Това е симетрия на огледално отражение, при което познатите частици се запазват при отражението, докато техните суперпартньори не се запазват. Но даже след съответни ограничения на теорията, все още остава опасността от противоречие с експеримента. Проблемът е в това, че стандартният модел е достатъчно прост, за да не могат в него да стават няколко класа от явления. А в МССМ тези явления са разрешени и могат да стават с голяма честота, ако не бъдат подбрани някои много специални стойности на повечето от 105-те параметра. А такъв подбор с нищо не е оправдан.

Друг потенциален проблем на МССМ е наречен “μ проблем” – по името на коефициента на члена в МССМ, който определя масата на суперсиметричната частица на Хигс. Проблемът е в опасността отново да възникне йерархичният проблем, който суперсиметрията би трябвало да е решила. Механизмът, използван за разрешаването на първия йерархичен проблем, тук не е приложим. Принудени сме да приемем, че по някаква неизвестна причина онова, което става в мащабите на великото обединение, не анулира μ.

Още проблеми възникват, когато се опитаме сериозно да вградим МССМ в една

велика обединена теория (ВОТ). Най-простата SU(5) несуперсиметрична велика теория беше отхвърлена от експериментите, при които се търсеше разпад на протони, но не беше наблюдаван. Възможно е да се построят версии на SU(5) и на други ВОТ, които са суперсиметрични и чиято нискоенергетична граница е МССМ; всъщност, цялата мотивация за МССМ е именно да позволи това. Преминването към суперсиметрична ВОТ, в известна степен увеличава мащабите на великото обединение, с което протонният разпад в несуперсиметричната версия става значително по-рядък. Това спасява суперсиметричната теория от споменатия конкретен проблем с експеримента, но сега могат да възникнат други процеси, водещи отново към този проблем. Особено опасен за теорията е т.нар. проблем на дублет-триплетното разцепване. Суперсиметричната ВОТ трябва да съдържа не само обикновените Хигсови дублети, които са в двумерното представяне на стандартния модел SU(2), но също и Хигсови триплетни, които са в тримерното представяне на стандартния модел SU(3). Това значи, че те са в три цвята – точно като кварки. Масата на Хигсовия дублет трябва да е малка и свързаните с това проблеми бяха обсъдени по-горе. От друга страна, масата на Хигсовите триплетни трябва да е много голяма, тъй като иначе те ще водят до разпад на протони. Тази голяма разлика в масите съставя дублет-триплетния проблем. Ако той не бъде решен, теорията се проваля, тъй като предсказва разпад на протоните с наблюдаема скорост (време на разпад).

В резюме, суперсиметрията има точно две свойства, които могат да помогнат за построяването на ВОТ. Първото е, че тя позволява по естествен път да се запазят разделени масовият мащаб на електрослабото нарушение на симетрията и този на великото обединение, без да се настроят параметрите на теорията. Второто е, че стойностите на силите на стандартния модел при екстраполация в суперсиметрична теория се оказват еднакви при около 2×10^{16} GeV. Важно е обаче, дали тези две свойства сумарно водят до експериментално предсказание. Суперсиметрията предсказва съществуването на ненаблюдаван суперпартньор на всяка позната частица. Първата положителна черта на теорията е решението на йерархичния проблем, което предсказва, че масите на суперпартньорите не могат да се отличават много от мащаба – около 200 GeV – на електрослабото нарушение на симетрията. За всеки от суперпартньорите, експериментите изключват по-големия масов интервал под този мащаб, но не е изключено да се наблюдават по-големи маси (но не дотолкова големи, че да се провали решението на йерархичния проблем). Втората положителна черта на суперсиметрията е, че прави точно едно предсказание: ако силите на трите вида взаимодействия се събират точно в една точка, то от данните за две от тях ще се предсказва силата на третото.

Цената на тези предсказания обаче е много висока. В замяна на не много точното предсказание за стойността на един от неговите 18 параметра, стандартният модел трябва да бъде изместен от един значително по-сложен суперсиметричен модел с минимум 105 нови необяснени параметъра. При това, последният не обяснява много от закономерностите в поведението на частиците, които се обясняват в стандартния модел.

Има още една мотивация за обсъждане на суперсиметричните полени теории. Ще

припомним, че съществуват теории на супергравитацията, които са суперсиметрични и заедно с това включват гравитационни сили. Тези теории имат проблеми с ренормализацията, но може да се окаже, че проблемите са преодолими. Ако разширим МССМ не само до суперсиметрична ВОТ, но и до теория, която включва супергравитация, тогава по принцип ще имаме теория на всички познати взаимодействия – мечтата на всеки физик. За съжаление, тази идея води до впечатляващо несъгласие с експеримента.

Проблемът отново се дължи на нуждата от спонтанно нарушение на симетрията. Оказва се, че величината, която определя дали суперсиметрията е симетрия на вакуумното състояние, е точно енергията на вакуума. Ако вакуумното състояние не е инвариантно спрямо суперсиметрията, то ще има ненулева енергия. Да припомним, че тъй като не се наблюдават еднакви по маса двойки частици и техните суперпартньори, суперсиметрията трябва да бъде спонтанно нарушена. Това означава, че вакуумното състояние трябва да е неинвариантно спрямо суперсиметрията и да има ненулева енергия. Мащабът на тази енергия трябва да е приблизително равен на мащаба, при който суперсиметрията е спонтанно нарушена, т.е. поне няколкостотин GeV. В суперсиметричните ВОТ, вакуумната енергия ще бъде много по-голяма, защото принос към нея има и енергетичният мащаб от великото обединение.

Стандартният начин за измерване на енергията е, тя да се съотнесе спрямо вакуума и, докато не се отчита гравитацията, енергията на вакуума не може да се измери, а просто се пренебрегва. В Айнщайновата теория на гравитацията нещата са много различни. Енергията на вакуума директно влияе върху кривината на пространство-времето и се появява в уравненията на Айнщайн като член, който той нарече космологична константа. Първоначално той внася този член, защото без него уравненията предсказват разширяваща се вселена. Но след като астрономичните наблюдения показаха, че вселената наистина се разширява, този член би могъл да се пренебрегне. В продължение на години астрономите се опитваха да измерват все по-точно скоростта на разширяване на вселената, за да изяснят дали данните говорят за точно анулиране на космологичната константа. През последните години наблюденията върху свръхновите в много отдалечени галактики показаха за пръв път, че космологичната константа вероятно не е нула.

Стойността на космологичната константа може да се разглежда като плътност на енергията на вакуума или, еквивалентно, като енергия в единица обем на пространство-времето. Измервайки енергията в eV, а разстоянията в (eV)⁻¹, космологичната константа е в единици eV⁴ и астрономите смятат, че стойността ѝ е от порядък 10⁻¹² eV⁴. В една суперсиметрична теория, спонтанното нарушаване на симетрията трябва да става при енергии от порядък минимум 100 GeV = 10¹¹ eV, откъдето за плътността на вакуумната енергия получаваме (100 GeV)⁴ = 10⁴⁴ eV⁴. Така че хипотезата за суперсиметрията води до предсказание за плътността на енергията, т.е. до разлика с множител 10^{44/10⁻¹²} = 10⁵⁶. Това е почти сигурно най-лошото предсказание, направено от физическа теория, която е била взимана на сериозно. А суперсиметричните велики обединени теории влошават нещата още повече, тъй като в тях се очакват приноси във вакуумната енергия от порядък (2 × 10¹⁶ GeV)⁴ = 1.6 × 10¹⁰¹ eV⁴, т.е. разлика с множител 10¹¹³.

Проблемът с космологичната константа не е лек и е добре познат на всеки, който се занимава със суперсиметрия. Правени са много опити да се заобиколи този проблем, но без особен успех. В последно време най-популярен е опитът да се обясни стойността на космологичната константа посредством антропни аргументи. Ако е значително по-голяма, вселената би се разширявала прекалено бързо и не биха се образували галактики. Това фактически нищо не обяснява, но все пак е много популярен аргумент. Идеята за суперсиметрия съдържа фундаментално несъответствие между наблюдателните данни за масите на частиците, които изискват спонтанното нарушение на суперсиметрията да е голямо, и данните за гравитацията, които изискват то да е малко или дори нулево.

Теория на суперструните

Щом като физиците продължават да взимат насериозно идеята за суперсиметрично разширение на стандартния модел, те трябва да имат причини да вярват, че е възможно да се преодолеят тежките проблеми, обсъдени в предния раздел. Най-популярна е надеждата, че нещата ще се оправят с помощта на суперструнната теория. Тази надежда подхрани безпрецедентно количество изследвания от огромен брой най-изявени физици теоретици в продължение на повече от двадесет години, но при все това цялата програма си остава само надежда. Няма нито едно експериментално предсказание, нито перспективи в близко бъдеще положението да се промени.

Липсата на теоретични предсказания кара много физици да се съмняват в тази идея. Един изтъкнат теоретик, който смяташе така до самата си смърт през 1988, беше Ричард Файнман, чието мнение е изразено в интервю, взето през 1987:

Сега знам, че други стари хора са имали глупостта да кажат такива неща и затова би било глупаво и аз да казвам, че това е безсмислица. Но аз ще бъда много глупав, защото съм твърдо убеден, че това е бизсмислица! Не мога другояче, макар да знам колко опасна е такава позиция. Вероятно ще забавлявам бъдещите историци на науката, ако кажа, че цялата тази суперструнна работа е налудничава и в грешна посока.

Какво в нея не Ви харесва?

Не ми харесва, че те не изчисляват нищо. Не ми харесва, че не проверяват своите идеи. Не ми харесва, че за всяко нещо, което не се съгласува с експеримента, те съчиняват обяснение, с което ни казват: “Да, но би могло да е вярно.” Например, теорията изисква десет измерения. Добре, може би има начин шест от тях да се свият. Да, математически е възможно, но защо да не са седем? Когато написваш уравненията, те би трябвало да определят колко измерения ще се свият, а не желанието ти да се съгласува с експеримента. С други думи, в суперструнната теория няма абсолютно никаква причина свиващите се измерения да не бъдат осем или десет и в резултат да останем само с две измерения, което ще бъде в пълно про-

тиворечие с експеримента. Така че несъответствието с експеримента не ни дава нищо, то не е продуктивно и непрекъснато трябва да му се намират оправдания. То не изглежда вярно.”

Чувал съм и по-кратък отзив по този въпрос, приписван на Файнман, а именно: “Струнните теоретици не предлагат предсказания, а оправдания”.

Друг Нобелов лауреат, който на същите основания атакува суперструнната теория, е Шелдън Глашоу. Той пише:

Но суперструнните физици все още не са показали, че тяхната теория действително работи. Те не могат да покажат, че стандартната теория е логическо следствие от струнната теория. Те не могат даже да са сигурни, че техният формализъм включва описанието на неща като протоните и електроните. И досега те не са предложили даже едно най-малко експериментално предсказание. Най-лошото е, че суперструнната теория не представлява логическо следствие от някаква убедителна съвкупност от хипотези за природата. Защо, ще запитате вие, струнните теоретици настояват, че пространството е деветмерно? Просто защото струнната теория няма смисъл в никое друго пространство...

Основната причина суперструнната теория да не прави никакво предсказание, е в това, че тя в действителност не е теория, а по-скоро съвкупност от съображения за надежда, че съществува теория. На първата си лекция върху суперструнната теория, във Филаделфия през 1983, Уитън отбелязва: “В този момент истинското недоволство, свързано със струнната теория, е поради това, че тя все още не е теория”. Това положение остава валидно и до ден-днешен. Последното име на надеждите, че може да съществува теория, е М-теорията, но по думите на един специалист по този въпрос: “М-теорията е грешно название. Това не е теория, а по-скоро колекция от факти и аргументи, които намекуват за съществуването на теория”.

А още един Нобелов лауреат, Герард ‘т Хуфт, макар да не е така остър като Файнман и Глашоу, обяснява по следния начин положението със суперструнната теория:

В действителност не бих могъл да кажа, че струнната теория е “теория” – по-скоро бих я нарекъл “модел”, а даже просто очакване. В края на краищата една теория трябва да идва заедно с инструкциите как да работим с нея, за да идентифицираме нещата, които искаме да опишем, в нашия случай това са елементарните частици. Освен това би трябвало да можем, поне по принцип, да сме в състояние да формулираме правилата за пресмятане свойствата на тези частици и как да правим нови предсказания за тях. Представете си, че ви предлагам стол, като заедно с това ви обяснявам, че краката още липсват, и че седалката и облегалката вероятно скоро ще бъдат докарани; каквото и да ви предложи, бих ли могъл да нарека това нещо стол?

Защо суперструнната теория, която се разработва още от началото на 1970-те години, в действителност не е теория? За да разберем проблема, да припомним как квантовата електродинамика реши проблемите с разходимостите посредством ренормировките. За коя да е квантовополева теория може да се построи пертурбационно разложение и (при положение, че теорията може да се ренормира) за всичко, което искаме да изчислим, това разложение ще ни даде безкрайна последователност от членове. Всеки от тези членове има графично представяне, наречено Файнманова диаграма, като тези диаграми стават все по-сложни, когато в пертурбационното разложение се върви към членове от все по-висок порядък. Там има някакъв параметър или “константа на взаимодействието”, която е свързана със силата на взаимодействието и всеки път, когато преминаваме към следващия порядък в разложението, членовете получават допълнителен множител с константата на взаимодействието. За да има някаква полза от разложението, трябва членовете да намаляват достатъчно бързо с повишаването на порядъка в разложението. Когато това става, можем да пресметнем няколко члена, а тези от по-висок порядък да пренебрегнем, тъй като са малки. Дали ще става така, зависи от стойността на константата на взаимодействието. Ако тя е голяма, всеки член от по-висок порядък ще става по-голям и всичко това става безполезно. Ако е достатъчно малка, членовете от по-висок порядък ще стават все по-малки.

Най-добре би било, ако разложението е сходящо. В такъв случай, с прибавянето на членове от все по-висок порядък, ще се приближаваме все повече към крайното число, представляващо отговора на задачата. За съжаление, това не става при ренормираните пертурбационни разложения на нетривиалните квантовополеви теории в четиримерно пространство-време. Вместо това, разложението в най-добрия случай представлява “асимптотично разложение”, което означава, че са верни две неща. Първо, лошата новина: ако се опитаме да съберем всички членове, ще получим не правилния отговор, а безкрайност. Все пак добрата новина е, че ако съберем само първите няколко члена, ще получим нещо твърде близко до правилния отговор, а освен това ще се приближаваме все повече до правилния отговор, за все по-намаляващи стойности на константата на взаимодействието. Именно така става в КЕД, където пресмятането на ниските порядъци на Файнмановите диаграми дава фантастично близки до експеримента резултати, но където имаме причина да вярваме, че ако някога сме в състояние да пресметнем членовете от порядъци няколкостотин и повече, ще установим, че колкото по-високи са порядъците, толкова резултатите стават по-лоши. Тъй като квантовополевата теория на Янг-Милс е асимптотично свободна, предполага се, че пертурбационното разложение е асимптотично разложение, което е полезно на малки разстояния, тъй като става все по-добро на малки разстояния. На големи разстояния то става безполезно, тъй като ефективната константа на взаимодействието става голяма и именно поради това за пълното разбиране на КХД е необходима различна изчислителна техника. Докато методът на пертурбационното разложение се проваля, квантовополевата теория на Янг-Милс е много добре дефинирана теория, тъй като може да бъде строго формулирана с помощта на решетъчните методи, обсъдени по-горе.

Що се отнася до суперструнната теория, то тя предлага за всеки физически процес метод за приписване числа на възможните двумерни световни ивици, помитани от движещите се струни. Тези световни ивици могат да бъдат топологично организирани, като се брои колко дупки има всяка от тях. Така че на нула дупки суперструнната теория приписва едно число, на една дупка – друго число, трето число за две дупки и т.н. Основното предположение на суперструнната теория е, че тази безкрайна поредица от числа представлява своеобразно пертурбационно разложение в някаква непозната, но добре дефинирана теория. Тази предполагаема теория първоначално беше наричана непертурбативна суперструнна теория, но сега се смята, че именно тя представлява т.нар. М-теория. Но никой не знае какво означава това.

Би могло да се очаква, че разложението по брой на дупките е сходящо и затова е достатъчно добро за пресмятането на всичко, което търсим, с произволна точност или поне във вид на добър асимптотичен ред. Но има сериозни съображения, че разложението не е сходящо и че колкото повече члена бъдат изчислени, толкова повече резултатът ще се стреми към безкрайност.

Има и друго свойство на дупчестото разложение, от което суперструнните теоретици биха искали М-теорията да се освободи, а именно т.нар. вакуумно израждане. Да си спомним, че суперструнната теория има смисъл само в десет измерения. В дупчестото разложение има безкраен списък от възможни десетмерни пространства, в които би могла да се движи суперструната. Теорията на суперструните зависи от своя фон, т.е. тя може да се дефинира, ако изберем десетмерно пространство като фон, в който се движи суперструната. Съществуват безкраен брой непротиворечиви избори на такова пространство, като само някои от тях притежават четири големи пространствено-времени измерения и шест малки измерения, свити в пространство на Калаби-Йо. Възможно е да съществуват безкраен брой такива пространства на Калаби-Йо, но всяко едно от тях ще се характеризира с голям брой параметри, определящи размера и формата му. Проблемът за вакуумното израждане се състои в това, че пространство на Калаби-Йо с произволни размер и форма е еднакво добро за суперструнното дупчесто разложение. Суперструнните теоретици биха желали М-теорията да е способна да подбира пространство на Калаби-Йо с конкретни размер и форма, но засега няма никакви данни за съществуването на такава теория.

Когато суперструнните теоретици се опитват да обяснят защо суперструнната теория не прави никакви предсказания, те често се опират на две немного честни твърдения. Първото е, че “математиката на теорията е твърде трудна”. Обаче, както видяхме, проблемът не е в това. Проблемът е, че никой не знае какви уравнения да решава. Вярно е, че пресмятането от по-висок ред в дупчестото разложение на суперструнната теория е трудно, но една от причините малцина да се опитват да го правят е, че знаят достатъчно за възможния отговор и за това, че в него няма да има суперсиметрично нарушение и проблемът на вакуумното израждане няма да изчезне, така че няма да са възможни никакви предсказания. Често се споменава и второ обяснение,

съгласно което енергетичният мащаб на суперструнната теория е много голям, така че характерните суперструнни явления никога няма да бъдат наблюдавани и трудно ще се направи екстраполация до ниски енергии. Това може да е така, но фактът е, че щом няма реална теория, какъвто и да е ускорителят, каквито и високи енергии да се постигат с него, суперструнната теория не би могла да предскаже какво би се наблюдавало в него.

Друг стандартен аргумент в подкрепа на суперструнната теория е, че тя може да предсказва неща като размерността на пространство-времето (10) и групата на великото обединение (напр. $E_8 \times E_8$), като приема, че има взаимно анулиране на аномалиите. Работата е обаче, че тези предсказания са грешни и за да бъдат правилни, трябва да се направи произволен избор на пространство на Калаби-Йо, а това срива предсказателната сила на теорията.

Суперструнните теоретици често говорят, че теорията ще доведе до суперсиметрична ВОТ. По-рано обсъждахме такива теории и видяхме, че те страдат от много сериозни проблеми и не правят никакви предсказания, така че това не е много убедителен аргумент.

Често в подкрепа на призова да бъдат продължавани изследванията по суперструнна теория се привеждат различни извъннаучни аргументи. Най-обичайният е, че “това е единственото развлечение в града”. Последствията от този аргумент ще бъдат обсъдени подробно в следваща глава. В тесен кръг много физици признават, че силната поддръжка на Уитън за суперструнната теория много често е добро основание за работа в тази област. Постиженията и геният на Уитън са неоспорими и аз смятам, че това е най-добрият аргумент в полза на суперструнната теория, но не трябва да забравяме историята на един гений от по-ранни години, който е заемал същото положение като Уитън в Института за авангардни изследвания.

След блестящия си успех с общата теория на относителността през 1915, Айнщайн посвещава останалата част от своята кариера на безплодни опити да обедини електромагнетизма и гравитацията, като използва същия вид геометричен подход, който се оказва много успешен в случая на общата относителност. Сега разбираме, че тази изследователска програма е била в грешна посока, тъй като Айнщайн е пренебрегвал уроците на квантовата механика. За да обясним изчерпателно електромагнетизма, трябва да използваме по един или друг начин квантовата теория на полето и квантовата електродинамика, а Айнщайн упорито не иска да прави това и продължава да вярва, че с класическата теория на полето би могло да се постигне всичко. Айнщайн пренебрегва квантовата механика въпреки големите ѝ успехи, като се надява, че някога тя ще бъде принудена да се оттегли. Ако Уитън беше на мястото на Айнщайн, той едва ли би направил тази грешка, тъй като той винаги се е придържал към приетите от теоретичната общност основни насоки на изследване. От друга страна този пример отново показва, че геният не е предпазен от грешката да посвети десетилетия от живота си на идея, която няма шанс за успех.

Най-често изтъкваният аргумент в подкрепа на суперструнната теория е един или

друг вариант на “това е единствената позната непротиворечива квантова теория на гравитацията”. Така формулирано, това твърдение е тежка заблуда, макар да представлява опит да се позове на нещо, което има по-солодна обосновка. Както се уверихме, суперструнната теория в действителност не е теория, а просто съвкупност от правила за създаване на нещо, което се очаква да бъде пертурбационно разложение на някаква теория. В определен смисъл, това разложение представлява значително подобрение на пертурбационното разложение, което се получава при опит да се подходи към общата относителност по стандартните методи на квантовата теория на полето. Както беше споменато по-рано, прилагането на стандартни методи за получаване на пертурбационни разложения към случая на квантова гравитация, води до пертурбационно разложение, което не може да бъде ренормирано. Ако изчислим членовете от по-висок порядък в това разложение, за всеки нов член ще получаваме безкрайности, с които не знаем как да се оправяме.

Това положение се поправя в суперструнната теория и именно за това подобрение става дума, когато се говори за “единствената непротиворечива квантова теория на гравитацията”. Пресмятането на членовете от по-висок порядък в суперструнната теория е доста трудно, но има определени причини да се вярва, че проблемите, които правят членовете от по-висок порядък безкрайни в квантовата теория на полето, могат да не присъстват в суперструнната теория. Накратко казано, безкрайностите в квантовата теория на полето идват от поведението на теорията на малки разстояния и се дължат на факта, че взаимодействието между две полета стават точно в една и съща точка на пространство-времето. Струнната теория не работи по този начин, така че за нея не стои този проблем с безкрайностите. Но съществуват други източници на безкрайност, за които трябва да се безпокоим. Например какво се случва, когато струната стане безкрайно малка? Неотдавна мои колеги в Колумбийския университет успяха да разгадаят точната структура на члена в суперструнното дупчесто разложение, съответстващо на две дупки, и да покажат, че той не съдържа разходимости. Това се постига с внушително сложно изчисление, а да не говорим за членовете от по-висок порядък. Положението сега е такова, че членовете за 0, 1 и 2 дупки са доказано крайни, като надеждата е, че така ще бъде и за членовете от по-висок порядък.

Предположението, че суперструнната теория дава крайни числа за всеки член в разложението, кара някои физици да твърдят, че тя е непротиворечива теория на гравитацията, но така се пренебрегва фактът, че това не е сходящо разложение. Дори всички членове в разложението да са крайни, опитът да ги сумираме почти със сигурност ще даде като резултат безкрайност. В действителност, суперструнната теория пак би имала проблем, даже ако разложението се окаже сходящо. В този случай суперструнните теоретици биха имали не просто идеално съгласувана теория, но безкраен брой такива теории и всички те със свойства, категорично различаващи се от експеримента (точна суперсиметрия, изродени вакуумни състояния и асоциирани безмасови частици).

Другият проблемен аспект на изказването “единствената непротиворечива теория” е твърдението “единствена”. Съществуват различни други предложения за начини да

се съгласуват квантовата механика и общата относителност, но нито едно от тях не е било така изчерпателно изследвано, както е в суперструнната теория. Друго едно предложение, привлекло съизмерима група изследователи, има различни названия, едно от които е “примкова квантова гравитация”. В нея основната идея е да се използват стандартните методи на квантовата теория, но да се подберат други основни променливи. Математиците знаят добре, че вместо да изучават геометрията на пространството с помощта на кривина във всяка една точка, могат да изследват холономията около затворени контури. Идеята е, че в едно закривено пространство за всяка обиколка по затворен контур (примка) можем да си мислим като за паралелно пренасяне на вектори така, че новите вектори да остават успоредни на предишните при движение по контура. Когато се върнем в изходната точка и сравним вектора, който е бил пренасян, с този, който е останал на място, ще имаме някаква връзка на ротационна трансформация. Последната се нарича холономия на примката. Тя може да се пресметне за коя да е примка, така че холономията на едно закривено пространство е характеристика на ротациите за всички примки в пространството.

Работещите върху примковата квантова гравитация физици през последните години постигнаха значителен напредък към съгласувана теория на квантовата гравитация, макар че още предстои да се изясни дали тази теория ще може да възпроизведе общата относителност в нискоенергетичната граница. Тази насока на изследване е в рязък контраст с претенциите на суперструнните теоретици, че развиват единствената квантова теория на гравитацията. Популярно изложение на примковата квантова гравитация, както и подробна информация за квантовата гравитация, може да се намери в неотдавна излязлата книга на Лий Смолин “*Три пътя към квантовата гравитация*” [2]. Може би единствената причина, програмата на примковата квантова гравитация да не е привлякла толкова внимание, колкото суперструнната теория, се корени във факта, че тя по самата си същност има значително по-малки амбиции. Тя е чисто и просто опит да се построи квантова теория на гравитацията и не засяга въпроса за това как да обедини гравитацията със стандартния модел. В частност, тя не претендира да разполага с потенциално обяснение на осемнадесетте параметра на стандартния модел.

Суперструнните теоретици имат и друга причина да вярват, че суперструнната теория може да създаде непротиворечива квантова теория на гравитацията – причина, която е свързана с изчисленията около черните дупки. Стивън Хокинг пръв показва, че при съчетаването на квантовата теория на полето с общата относителност, трябва да стигнем до извода, че черните дупки не са истински черни, а в действителност изпускат лъчение. Последното е такова, като че ли черните дупки се подчиняват на законите на термодинамиката и температурата им е пропорционална на тяхната повърхност. Без истинска квантова теория на гравитацията, никога не би било възможно да се изясни природата на излъчването на Хокинг в една напълно непротиворечива теория. За определени специални пространствено-времеви фонове, които могат да се разглеждат като гранични случаи на черни дупки, суперструнните теоретици успяха да покажат, че излъчването на Хокинг съответства на предсказаното от него. Макар

че тези пресмятания не могат да се осъществят за реални черни дупки в четиримерно пространство-време, те са аргумент за съществуването на непротиворечива квантова теория на гравитацията, представляваща част от суперструнната теория.

Една възможност, която се съгласува с всичко известно за суперструнната теория и за примковата квантова гравитация е това, че точно както има много непротиворечиви квантово-полеви теории, които не включват гравитацията, така също има много непротиворечиви квантови теории – някои полеви теории, а някои не, които действително включват гравитационни сили. Ако програмата на примковата квантова гравитация е успешна, тя би трябвало да конструира такава квантова теория на гравитационното поле, към която за другите полета би могла да се прибави коя да е непротиворечива квантова теория на полето. Ако съществува непротиворечива М-теория, тя твърде вероятно ще зависи от избора на фоновото пространство-време и ще има смисъл за безкраен брой такива избори. Нито примковата квантова гравитация, нито М-теорията дава каквото и да е свидетелство за съществуването на еднозначна обединена теория на гравитацията и на другите взаимодействия. Даже ако тези теории успеят да постигнат целта си да намерят непротиворечива квантова теория на гравитацията, щом като не са в състояние да кажат нищо относно стандартния модел, те ще бъдат твърде неудовлетворителни, тъй като съществува сериозният въпрос дали те някога ще бъдат експериментално проверени. Различими квантовогравитационни ефекти се появяват при толкова големи мащаби на енергията, че не е ясно дали някога ще могат да бъдат наблюдавани. Може би някой квантовогравитационен ефект по времето на Големия взрив би имал някакъв наблюдаем ефект върху космологичните модели и по такъв начин би се оказал проверим, но това остава под въпрос.

Един често изказван аргумент в полза на суперструнната теория е, че тя просто е така красива, че трябва по някакъв начин да е вярна. Този аргумент повдига множество въпроси (включително въпроса дали теорията наистина е красива) и ще бъде обсъден в следващата глава. Едно оптимистично изказване, често приписвано на Уитън (а самият той го приписва на италианския физик Даниеле Амати) е, че “суперструнната теория е част от физиката на 21 век, попаднала по случайност в 20 век”. Някои други изказвания от подобен вид гласят, че суперструнната теория е “суперкомпютър” или “космически кораб” от бъдещето, но такъв, за който не е приложено упътване за употреба. Този вид изказвания служат до известна степен като оправдание за това, че суперструнните теоретици не могат да извлекат предсказания от теорията, което силно накърнява популярността ѝ със смяната на века.

Така че привлекателността на суперструнната теория не се дължи на същността на самата теория, а по-скоро отразява надеждите и мечтите на теоретиците, които са посветили много години на нейната разработка. През 1958, много преди създаването на стандартния модел, Хайзенберг работи заедно с Паули върху квантова теория на полето, за която те се надяват, че ще се окаже обединена теория на силните, електромагнитните и слабите взаимодействия. Скоро обаче се натъкват на тежки проблеми и Паули се убеждава, че няма да успеят, тъй като не са могли нищо да изчислят. От друга страна

Хайзенберг остава уверен, че са направили значително и много красиво откритие, като съобщава за това в редица публични лекции и интервюта пред медиите. Паули е силно разочарован от тези действия на Хайзенберг и написва на много колеги писма, в които се дистанцира от цялата тази работа и протестира срещу “радиорекламите” на Хайзенберг. В някои от писмата той прилага начертан празен квадрат с пояснението: “С това показвам на света, че мога да рисувам като Тициан. Липсват само някои технически детайли” [3].

Скептицизмът на Паули се оказва оправдан, тъй като обединената теория на Хайзенберг не довежда до нищо. В съвременните ни схващания, щом теорията не е ренормируема, тя по самата си същност не може нищо да изчисли по надежден начин.

Някои физици започнаха да стигат до заключението, че суперструнната теория много прилича на Хайзенберговата обединена теория – празен квадрат, претендиращ да е платно от Тициан – и че тя никога няма да е в състояние да предскаже нещо за реалния свят. Например, космологът Лорънс Краус нарича суперструнната теория “Теория на нищото”, а Даниъл Фридън – един от основателите на може би най-силната група по струнна теория в САЩ и носител на МакАртър стипендията “гений” за 1987 за работи по струнната теория – неотдавна писа:

Струнната теория се провали като физическа теория поради съществуването на многообразие от възможни фонове пространства-времена. Продължителната криза на струнната теория е в пълния ѝ неуспех да обясни или предскаже физически ефекти на големи разстояния. Струнната теория не е в състояние да определи размерността, геометрията, спектъра на частиците и константите на взаимодействието на макроскопичното пространство-време...

Все повече суперструнни теоретици се отказват от опитите да изяснат какво представлява М-теорията и се заемат с неща като бранни светове и струнна космология. Отчасти, мотивацията за това е стремежът да се отговори на засилващата се критика вътре във физическата общност, че това е математика, а не физика. Друга част от мотивацията е, че просто няма перспективни идеи, свързани с природата на М-теорията.

Много други суперструнни теоретици се оттеглят от идеята да прилагат суперструнната теория за обединяването на гравитацията със стандартния модел, като насочват вниманието си към значително по-перспективната идея да се намери суперструнна теория, която е дуална на КХД. Описаното в предната глава АДС/КТП съответствие дава известна надежда за прогрес в тази посока, а също ще позволи по нов начин да се интерпретира самата суперструнна теория. Работещите в тази област понякога изтъкват, че тези идеи могат най-после да доведат до непертурбативна формулировка на поне един вид суперструнна теория. Обаче по-рядко се споменава, че тази предполагаема непертурбативна дефиниция на суперструнната теория води точно до дефиницията на определена квантова теория на полето. Суперструнните теоретици най-вероятно ще извлекат отгук урока, че квантовата теория на полето не е нещо, което те биха могли да избегнат.

Струнна теория, суперсиметрия и математика

Докато суперсиметрията и струнната теория досега се оказват подчертано неуспешни при обясняването на каквото и да е за физиката, те от друга страна доведоха до широкомащабно ново и твърде здравословно взаимодействие между математиката и физиката. В известен смисъл, тъкмо липсата на успех като физика стана причина за повечето интересни взаимодействия с математиката, тъй като тя караше физиците да опитват широк спектър от идеи за преодоляване на срещаните трудности в тези теории. Ако първоначалните очаквания от 1984 бяха се сбъднали и се окажеше възможно стандартният модел да бъде изведен от струнната теория върху едно конкретно пространство на Калаби-Йо, взаимодействието на математиката и физиката около този проблем би било значително по-ограничено по обхват. Вместо това, физиците установиха, че са се заловили с изследването на математически много богата съвкупност от идеи, като при това непрекъснато се налагаше да се придвижват към нови идеи, тъй като вече познатите се оказваха недостатъчни за техните цели.

Новаторските идеи на Уитън в редица проблеми на квантовата теория на полето през 1980-те години, привлякоха вниманието на физиците към множество различни раздели на математиката. Разработките на Уитън и други по пространствата на Калаби-Йо, с цел да се търсят реалистични обединени модели, като се използва суперструнната теория, породиха вълна на нова математика, навлизаща във физиката. Цялата тази дейност промени възгледите на мнозина физици, които по-рано се отнасяха скептично спрямо ползата от абстрактната математика за физиката. Пример за това е Мъри Гел-Ман, който, въпреки собствения си опит с теорията на SU(3) представянето през ранните 1960, запазва съмнения относно математиката като цяло. През 1986 обаче, той променя мнението си, както може да се види от негово заключително слово на конференция от същата година:

Значението на висшата математика за третирането на всички обсъдени от нас въпроси е направо смайващо. През последното десетилетие, теоретичната физика се събра наново с чистата математика по един твърде драматичен начин, след като в продължение на близо половин век те бяха разделени; фундаменталната теоретична физика наново се съюзи с ядрото на чистата математика, където се събират в едно геометрията, анализът и алгебрата (даже теорията на числата)...

Моята надежда е, че преподаването, писането и редактирането в математиката и напред ще запази тенденцията да се дистанцира от екстремизма на Бурбаки, така че обясненията и примерите да бъдат нетривиални, а физиците (да не говорим за учените от други области), отново да могат да са равностойни партньори на математиците, каквито са били в началото на 20 век.

Моето отношение към чистата математика претърпя значително изменение. Аз вече не гледам на нея просто като на игра по правила, измислени от математиците, и с награди, обирани от онези, които създават правилата. Въпреки че много от

математиците отхвърлят с презрение връзката с Природата (което преди години ме накара да кажа, че математиката е в такова отношение към науката, в каквото мастурбацията е към секса), те в действителност развиват своя собствена реална наука, която, въпреки хлъзгавата си дефиниция, някак се доближава до всички възможни системи или структури, които Природата би могла да употреби...

Гел-Ман споменава за една много влиятелна група от френски математици, известна под колективния псевдоним Бурбаки. Групата Бурбаки е основана през 1930-те години от Андре Вайл и други като програма за написването на поредица от учебници, в които по напълно строг начин да се излагат фундаментални математически резултати. Бурбаки са убедени, че такава поредица е нужна като източник на точни и ясни дефиниции и теореми, които да послужат като основа за бъдещ математически прогрес. Програмата е изпълнена и към 1950-те години започва да се публикува поредица от томове на Бурбаки. Тези книги не са много подходящи за изучаване на математиката, тъй като обикновено не съдържат както примери, така и мотивировки, като се концентрират изцяло върху яснотата на дефинициите и строгостта на доказателствата. През същия този период много от математическите изследвания са насочени към опити да бъдат намерени най-общите и най-абстрактните формулировки на математическите резултати, така че целта на Бурбаки е да създаде фундамент за такава работа.

Именно този стил на работа ужасява Гел-Ман и не е чудно, че с нищо не се стимулира комуникацията между математиците и физиците. Докато книгите им са написани сухо и без никакви примери, в техните собствени изследвания и в частните си комуникации, математиците от групата на Бурбаки ползват в изобилие примери, нестроги аргументи и предположения. Освен писането на книги, тяхната друга значителна дейност е организирането на Семинара Бурбаки. Той (и досега) се провежда три пъти годишно в Париж, като половин дузина математици са делегирани да подготвят едночасови лекции и писмен доклад върху някое последно постижение в математиката, като всичко това се поднася на език, който да е възможно най-разбираем за възможно най-широка математическа публика. Групата Бурбаки все още съществува, но книгите им загубиха популярността си, макар че Семинарът продължава да функционира.

Книгите на Бурбаки и тяхната изходна позиция имаха негативен ефект върху излагането на математиката изобщо, тъй като мнозина започнаха да пишат трудни за разбиране статии в техния стил. Тази тенденция постепенно се разпадна към 1970-те години, като математиката престана да използва абстракцията заради самата абстракция и премина към изучаването на конкретни примери. Притокът на нови идеи откъм физиката през 1970-те, 1980-те и ранните 1990 години, ускори този процес и отвори няколко нови области на математически изследвания. В днешно време, математиците изобщо имат по-балансирано отношение и често говорят полунашега за някои използвани от тях абстрактни понятия, като за “абстрактно дърдорене” (както например в израза: “тази теорема може да се докаже просто като се използва абстрактно дърдорене”).

Успешното прилагане през втората половина на 1980-те години на изтънчени

математически методи с цел да се постигне по-добро разбиране на суперструнната теория, кара много теоретици, подобно на Гел-Ман, да променят отношението си към математиката. Те започват да мислят, че вероятно математиците се занимават с нещо по-съществено, а не са заети просто с интелектуален онанизъм (тук има проблем с приоритета, тъй като в Интернет мнозина приписват този израз на Файнман). От средата на 1990-те години проблемите със суперструнната теория породиха нещо като обратен ефект срещу употребата на математика в теорията на елементарните частици. Някои от теоретите се опитаха да припишат на абстрактната математика неспособността на суперструнната теория да направи някакво реално предсказание, вместо да търсят причината в основните физически идеи. Споменатият обратен ефект се проявява във факта, че повечето от публикуваните напоследък популярни работи върху горещи теми, каквито са бранни светове и струнна космология, използват само много проста математика.

В неотдавна публикуваната си книга “По-бързо от скоростта на светлината” [4], космологът Хоао Магуйею заключава пространния си критичен анализ на суперструнната теория и М-теорията със следните думи:

За да подсили нейната мистика, култовият вожд, който изкова термина, никога не даде обяснение за смисъла на М, така че М-теоретите разгорещено обсъждат този важен въпрос. Дали М не е от майка? Или от мембрана? Лично на мен ми се струва, че най-подходящо е да се смята, че М иде от мастурбация.

На друго място в книгата си Магуйею пояснява, че според него коренът на проблемите на суперструнната теория и на М-теорията е свързан с прекаления стремеж към математическата елегантност. Той проследява това назад до Айнщайн:

За съжаление, самият Айнщайн носи голяма отговорност за създаването на това положение във фундаменталната физика... У него се засилва мистичното настроение и той започва да вярва, че единствено математическата красота, а не експериментирането, ще е в състояние да поведе учените в правилната посока. За съжаление, когато открива общата относителност – като прилага тази стратегия, – той успява! И този предшестваш опит го държи в заблуда през целия му по-нататъшен живот...

През последните години, математиците са заети с бавен процес на присъединяване на наученото от физиците към основното тяло на математическото знание. Полагат много усилия да изяснят как да стигнат до прецизни формулировки на предположенията, направени от физиците, и да намерят доказателства на тези твърдения – поне в някои от случаите. Тъй като не съществуват математически строги версии на квантовата теория на полето, а много от аргументите в струнната теория даже не произтичат от някаква добре дефинирана физическа картина, математиците не могат

просто да приемат физическите аргументи и да се опитат да им придадат нужната строгост. След като веднъж са намерили прецизна версия на чисто математическите изводи от предположение, дошло от физиката, те се опитват да намерят доказателство с помощта на познати математически методи. Това означава, че те рядко успяват да се доберат до пълното съдържание на оригиналната идея във вида, формулиран на езика на квантовата теория на полето. От друга страна, те често стигат до идеи и предположения относно математически обекти от твърде изненадващ характер, доколкото произтичат от концептуална рамка, която е напълно различна от онази, в която тези математически обекти първоначално са били развити.

Много математици често пъти слабо познават точния първоизточник от физиката на изучаваните от тях предположения – дали това е квантова теория на полето, суперструнна теория или М-теория. Докато суперструнната теория е метод за построяване на членовете в едно разложение по брой на дупки, всеки член в това разложение е двумерно изчисление в квантовата теория на полето. В резултат на това много изчисления, за които се смята, че идват от суперструнната теория, в действителност са резултати от двумерна квантова теория на полето. Изчисленията, които произтичат от суперструнната теория, са онези, които съдържат не просто единични членове, а структурата на цяла съвкупност от членове в дупчестото разложение. Едно от следствията от липсата на яснота в математическата общност относно това кое е резултат на квантовата теория на полето и кое на суперструнната теория е наблюдението, че понякога математиците са прекалено силно впечатлени от цялата идея на суперструнната теория.

Бележки на преводача

[1] S. Coleman. *Aspects of Symmetry: Selected Erice Lectures*. Cambridge University Press, 1985.

[2] Lee Smolin. *Three Roads to Quantum Gravity*. Basic Books, 2001.

[3] С изрази “Липсват само някои технически детайли” Хайзенберг се опитвал да обясни онова, което най-много е тревожело Паули – липсата на количествени предсказания в теорията. По този повод виж статията “Непознатият Волфганг Паули” (“Светът на физиката” № 3, 2009).

[4] J. Magueijo. *Faster than the Speed of Light*. Perseus, 2003.

(Peter Woit. “*NOT EVEN WRONG. The failure of string theory and the search for unity in physical law*”. Basic books, New York, 2006)

Подбор и превод (с малки съкращения): **М. Бушев**

Нашиите автори:

Арнолд В.И. – академик, РАН

Балабанов Н. – професор, Пловдивски Университет

Бушев М. – ст.н.с., ИФТТ БАН

Войт П. – професор, Колумбийски университет

Колев Д. – ст.н.с. II ст., ИФТТ, БАН

Лалов И. – дфн, професор, ФФ на СУ „Св. Кл. Охридски”

Цапенко И.П. – д-р, ЦИЕ, РАН

Цонев Л. – ИФТТ, БАН

Чалмърс М.

Юревич А.В. – проф., ИИЕТ, РАН

В книжка 3/2010 г. на “Светът на физиката” четете:

Н. Балабанов – Ампер – „Нютон на електричеството”

Д. В. Ширков – Спомени за Николай Николаевич Боголюбов

Вл. Успенски – Проблем за милион долара

Л. Смолин – Пред лицето на непълната информация

Фр. Дайсън – Проблемът глобално затопляне

О. Максименко – Огледалната материя

Д. Динев – Магнитният момент на мюона задава своите въпроси

И. Николов – Фотонна метрология

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 2'2010 THE WORLD OF PHYSICS 2'2010

СЪДЪРЖАНИЕ

НАУКАТА

- И.Лалов – Геофизичните среди в земното ядро и мантия като кондензирана материя
- Л.Цонев, Д.Колев – Мегалитите в България през погледа на един физик
- М.Чалмърс – Струнна панорама

ИСТОРИЯ

- Н.Ахабабян – Нелегалният академик Коля Дмитриев
- М.Ребров – Легенди и истини за сивия кардинал

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- В.А.Арнолд – Как са били избрани и как са били ликвидирани френските академици
- А.В.Юревич, И.П.Цапенко – Наука и политика
- Н.Балабанов – Когато физиците се шегуваха

ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНОСТ

- М.Бушев – Интегративните науки и трудностите на тяхното интегриране в науката

PERSONALIA

- И.Лалов, Ц.Попов – Акад. М.Матеев на 70 години

ИНТЕРЕСНИ УЕБ СТРАНИЦИ

IN MEMORIAM

- Проф.дфн Благой Амов (1931-2010)

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

- П.Войт – Не е даже погрешна – II част

CONTENTS

THE SCIENCE

- I.Lalov – Geophysical media in the nucleus and mantle of the Earth, as condensed matter 125
- L.Tsonev, D.Kolev – Megaliths in Bulgaria, through the eyes of a physicist 134
- M.Chalmers – Stringscape 157

HISTORY

- N.Ahababyan – The illegal Academician Kolja Dmitriev 180
- M.Rebrov – Legends and truths about the gray Cardinal 201

SCIENCE AND SOCIETY

- V.A.Arnold – How they elected and how they liquidated members of the French Academy 205
- A.V.Yurevich, I.P.Tsapenko – Science & politics 208
- N.Balabanov – When physicists were joking..... 215

INTERDISCIPLINARITY

- M.Bushev – The integrative disciplines and the difficulties for their integration in science 220

PERSONALIA

- I.Lalov, Ts.Popov – Acad. M.Mateev is 70 228

INTERESTING WEB PAGES 231

IN MEMORIAM

- Prof. D.Sci. Blagoy Amov (1931-2010)..... 232

SERIAL

- P.Woit – Not even wrong – part II 233