

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

том XXXIII, кн. 4, 2010 г.

Издание на Съюза на физиците в България

http://old.inrne.bas.bg/wop/wop_4_2010/

(със спомоществателството на Българска академия на науките)

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Нъшан Ахабабян <ahabab@inrne.bas.bg>

ЗАМЕСТНИК 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>

ВОДЕЦ БРОЯ: Ганка Камишева

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 17 януари 2011 г.

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

бул. Цариградско шосе 72

ISSN: 0861-4210

Нобелови награди

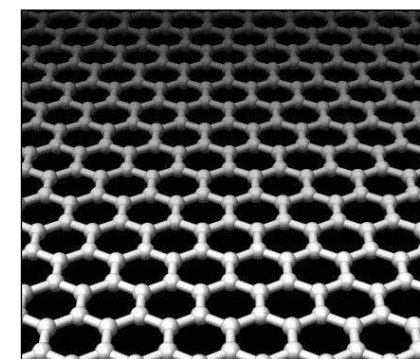
НОБЕЛОВИ НАГРАДИ 2010

Динко Динев

С Нобелова награда за физика за 2010 г. са наградени руските физици Андрей Гейм и Константин Новоселов "за новаторските си експерименти, свързани с двумерния материал графен".



Андрей Гейм



Графен



Константин Новоселов

Графенът е една от формите на съществуване на въглерода. Другите известни форми са: графитът, диамантът и фулеренът. Графенът представлява моноатомен слой от въглеродни атоми, свързани в двумерна хексагонална кристална решетка. Графенът е повърхност в най-чист вид – той има две страни, но практически няма дебелина. Той би могъл да се разглежда като една гигантска молекула. Притежава рекордна механична здравина (модул на Юнг 0.5 TP). Може еластично да се разтяга повече от всеки друг кристал – до 20%. Това позволява създаването на свръхтънки, леки и еластични композитни материали. При графена отсъства забранена зона (полуметал). В областта на допиране на валентната зона и на зоната на проводимост енергетичният спектър е линеен, което означава, че ефективната маса на електроните и дупките е равна на нула. На това се дължи много високата подвижност на носителите на заряда в него. Очаква се, че транзистори на основата на графен биха имали на порядъци по-високо бързодействие от силициевите транзистори. Графенът е прозрачен, но едновременно с това толкова плътен, че не пропуска дори хелиеви атоми. Той може да се използва за създаването на прозрачни сензорни дисплеи. Графенът притежава и рекордно висока топлопроводност при стайна температура ($6 \cdot 10^3$ W/m.K). При нагряване графенът се свива. Повече информация за графена и за неговите необичайни свойства могат да се намерят в [1-3].

Теоретичните изследвания на свойствата на графена са започнали отдавна. Дълго време основна трудност е било неговото получаване и експериментално изследване, защото много тънкият лист е склонен към усукване и огъване. За пръв път А. Гейм

и К. Новоселов успяват да получат графен в лабораторни условия върху подложка от SiO₂.

Андрей Гейм е роден през 1958 г. в Сочи. Той е завършил Московския Физико-Технически Институт, след което прави аспирантура в Института за Физика на Твърдото Тяло на АН СССР, където работи като научен сътрудник. След напускане на Русия работи последователно в университетите в Нотингам, Копенхаген и Ноймеген. От 2001 г. е професор в Манчестерския университет, където ръководи катедрата по физика на кондензираното състояние и центъра за нанотехнологии. А. Гейм има в момента холандско гражданство.

Константин Новоселов е роден през 1974 г. в Нижни Тагил. Той също е завършил МФТИ и е бил научен сътрудник в ИФТТ на АН СССР. След напускането на Русия работи отначало в университета в Ноймеген, а в момента е професор в Манчестерския университет. К. Новоселов има двойно руско и британско гражданство.

С **Нобелова награда за химия** за 2010 г. са удостоени американецът **Ричард Хек** [4] и японците **Ей-ичи Негиши** [5] и **Акира Судзуки** [6] „за катализирани с паладий свързващи реакции в органичния синтез”. Ричард Хек е роден през 1931 г. в Спрингфилд, Масачузетс. Той е почетен професор в университета на Делауеър. Ей-ичи Негиши е роден през 1935 г. в Чанчун, Китай. Той е заслужил професор в университета Пардю в Индиана. Акира Судзуки е роден през 1930 г. в Мукава, Япония. Той е почетен професор в университета Хокайдо в Сапоро, Япония. Благодарение на изследванията на тримата учени стана възможно с помощта на катализатори на основата на паладия да се създават нови сложни съединения с въглерод-въглеродни връзки, които имат ключово значение за синтеза на нови лекарства, на нови продукти на органичния синтез и в електрониката. На тяхно име са наречени най-важните реакции, в които участва паладиев катализатор.

Нобеловата награда за медицина и физиология за 2010 г. се присъжда на англичанина **Робърт Едуардс** [7] „за разработването на процедурата за оплождане *ин витро*”. Робърт Едуардс е роден през 1935 г. в Манчестер. Той е почетен професор в университета в Кеймбридж. Своите изследвания върху процесите на човешкото оплождане той започва през 1958 г. Първото оплождане с прилагането на метода „ин витро” е извършено на 25 юли 1978 г. от Едуардс и от хирурга Патрик Степту [8], който умира през 1988 г. По новия метод се ражда Луиза Браун [9], която в момента е на 32 години и самата тя има собствен син, заченат по естествен начин. Оценява се, че досега над 4 милиона деца са родени с помощта на метода “ин витро”. През 2007 г. вестник „Дейли Телеграф” обявява Робърт Едуардс за един от стоте живи гении.

Носители на **Нобеловата награда за икономика** за 2010 г. станаха американците **Питър Даймънд** [10] и **Дейл Мортенсън** [11] и британецът от кипърски произход **Кристофър Писаридес** [12] „за техния анализ на пазари с триене, породено от търсенето”. Математическите модели, разработени от тримата лауреати са помогнали за разбирането на това, как регулациите се отразяват на безработицата, работните заплати и други аспекти на трудовия пазар. Питър Даймънд работи в Масачузетския

технологичен институт, Дейл Мортенсън е професор в Северозападния университет, а Кристофър Писаридес е преподавател в Лондонското училище за икономика и политически науки.

С **Нобелова награда за литература** за 2010 г. беше удостоен перуанският писател **Марио Варгас Лъоса** [13] „за определянето на структурите на властта и за запомнящите се изображения на съпротивата на индивида, на неговия бунт и на неговото поражение”. Марио Варгас Лъоса е роден през 1936 г. Той е писател, журналист и политик и се счита за един от тримата най-големи литератори на Латинска Америка. Сред най-известните му книги са: “Градът и кучетата”, “Зеленият дом”, “Кой уби Паломито Молеро” и др.

Норвежкят Нобелов комитет награди с **наградата за мир** за 2010 г. китайския дисидент **Лю Сяобо** [14] „за неговата продължителна и ненасилствена борба за спазването на основните човешки права в Китай”. Комитетът подчертава, че има силна връзка между спазването на човешките права и мира. Заедно с други китайски борци за човешки права Лю Сяобо подписва през 2008 г. манифеста „Харта 08” с призови за свобода на словото и за провеждане на демократични избори в Китай. За своята правозащитна дейност миналата година Лю Сяобо беше осъден на 11 г. затвор.

Бележки

[1] Novoselov, K. S., A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jlang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva and A. A. Fursov, Science, **306** (2004) p. 666.

[2] Novoselov, K. S., D. Jlang, T. Booth, V. V. Khoykevich, S. M. Morozov and A. K. Geim, PNAS, **102** (2005) p. 10451.

[3] Geim, A. K., K. S. Novoselov, Nature Materials, **6** (2007) p. 183.

[4] Richard F. Heck

[5] Ei-ichi Negishi

[6] Akira Suzuki

[7] Robert G. Edwards

[8] Patrick Steptoe

[9] Louise Brown

[10] Peter A. Diamond

[11] Dale T. Mortensen

[12] Christopher A. Pissarides

[13] Mario Vargas Llosa

[14] Liu Xiaobo

СПОНТАННОТО НАРУШЕНИЕ НА СИМЕТРИИТЕ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ВИСОКИТЕ ЕНЕРГИИ

Пример за плодотворен обмен на идеи

Нобелова лекция, Стокхолм, 8 декември 2008 г.

Й. Намбу

Бих искал да започна с кратък епизод от моята биография. Изучавах физика в Токийския университет. Интерес ми към теорията на елементарните частици дължа на трима знаменити учени, основатели на японската школа в тази област на физиката. Нишина, Томонага и Юкава. Но всички те работеха в други институти, а Токийският университет беше известен с изследванията в областта на кондензираната материя. Заех се с теорията на елементарните частици едва след завръщането ми в Токио след войната. Обаче, оглеждайки се назад, трябва да призная, че ранното запознанство с физиката на кондензираното състояние се оказа за мен извънредно полезно.



Физиката на елементарните частици е клон на ядрената физика, водещ началото си от откриването на неутрона от Чадуик, изобретяването на циклотрона от Лорънс и създаването на теорията на мезоните от Юкава в началото на трийсетте години на XX век [1]. Появяването през следващите десетилетия на непрекъснато нарастващ списък от нови елементарни частици и успехите на квантовата теория на полето постепенно ни доведоха до разбирането на основните закони на природата, чийто апогей беше съвременният Стандартен модел.

Нашите първи усилия да осмислим природата на новите частици се свеждаха към търсенето на някакви нови закономерности в техните свойства и към привличане на принципите на симетрия за тяхната класификация. Симетриите във физиката водят до закони за запазване. Някои от тези закони, например за запазване на енергията или електричния товар, се изпълняват точно, но усилията да се създаде теория на елементарните частици бяха основани на приблизителни съотношения между масите и взаимодействията.

Въпреки това, способността да се забелязват аналогии е естествена и полезна особеност на човешкото съзнание. Близостта на масите на протона и неутрона и на техните взаимодействия доведоха до понятието за изоспиновата SU(2)-симетрия [2]. От друга страна, движейки се в противоположна посока, може да се развият по-простите симетрии към по-сложни, като калибровъчната инвариантност, например. Тогава самата динамика на системата ще се определя от симетрията, което е една привлекателна възможност. Именно по такъв начин елегантните свойства на електромагнетизма бяха пренесени върху неабелевите SU(2)-калибровъчни полета [3]. Обаче силните взаимо-

действия притежават малък радиус на действие. Ненулевите маси на калибровъчните полета водят до нарушаване на калибровъчната инвариантност.

Основната тема на моята лекция е явлението спонтанно нарушаване на симетриите, при което симетрията на основните закони на физиката изглежда нарушена. Всъщност то е добре познато във всекидневния живот, макар и името спонтанно нарушаване на симетриите да не е [4]. Например, да си представим вертикално изправена еластична пръчка. Тази пръчка има ротационна симетрия; тя изглежда напълно еднакво гледана от всяко хоризонтално направление. Обаче ако започнем да я натискаме отгоре, тя ще се огъне и симетрията ще бъде изгубена. Огъването може да бъде във всяка посока, защото посоките са еквивалентни. Но да се убедим в това можем само след няколкократно повторение на опита. Това е спонтанно нарушаване на симетриите.

В квантовата механика спонтанното нарушаване на симетриите обикновено става в еднородна среда, състояща се от голям брой елементи. Всъщност това е динамичен ефект. Симетрията дава известна свобода на движенията на всеки от тези елементи, но взаимодействието ги принуждава, образно казано, да се построят, подобно на тълпа хора, обърнали поглед в дадено направление. Независимо от това, че изменението на това общо направление не нарушава симетрията и, следователно, не изисква загуба на енергия, да се извърши това съвсем не е просто, понеже то не е локален оператор. И така симетрията изглежда нарушена. По принцип нарушената симетрия може да бъде възстановена с помощта на глобална операция, но тази операция е равностойна на някакъв фазов преход. Ето няколко примера:

<u>Физична система</u>	<u>Нарушена симетрия</u>
Феромагнити	Ротационна инвариантност (относно посоката на спина)
Кристали	Транслационна и ротационна инвариантност (спрямо определени дискретни периоди)
Свръхпроводници	Локална калибровъчна инвариантност (брой на частици)

Следователно спонтанното нарушаване на симетриите в среди притежава следните характерни свойства:

- (1) Силно израждане на основното състояние. Операцията на симетрия привежда едно основно състояние в друго.
- (2) Само едно основно състояние и построеният на него пълен спектър възбудени състояния се реализира в дадена ситуация.
- (3) Като правило, спонтанното нарушаване на симетриите се губи при достатъчно високи температури.

В релативистичната квантова теория на полето, това явление става възможно и за цялото пространство-време, понеже “вакуумът” не е празен, а притежава голям брой вътрешни степени на свобода. В този контекст, то може да играе важна роля в космологията. Когато вселената се разширява и се охлажда, тя може да претърпи едно или повече спонтанно нарушаване на симетриите, фазови преходи от по-симетрични към по-малко симетрични състояния, което изменя основните закони на физиката.

Сега ще се опитам да възпроизведа веригата събития, довели ме до идеята за спон-

танно нарушаване на симетриите и нейното прилагане във физиката на елементарните частици. Веднъж през 1956 г. Р. Шрифер разказа на семинар за това, което впоследствие стана известно като теория на свръхпроводимостта на Бардин-Купър-Шрифер (БКШ) [5]. Бях впечатлен от смелостта на тяхното предположение за вектора на състоянието, но същевременно ме тревожеше факта, че не се зачиташе калибровъчната инвариантност. Скоро след това Боголюбов [6] (това е фермионна версия на трансформацията, която той пръв въведе при описанието на суперфлуидността (1947 г.)) и Валатин [7] независимо един от друг въведоха понятието за квазичастиците като фермионни възбуждания в модела на Бардин-Купър-Шрифер. Квазичастиците не притежаваха определен заряд, понеже представляваха суперпозиция от електрон и дупка, чието съотношение зависеше от импулса. Но в такъв случай можеше ли да се обсъждат електромагнитни свойства, като ефекта на Майснер, на основата на теорията на Бардин-Купър-Шрифер? В действителност, бяха ми необходими две години, преди да мога да намеря отговор на този проблем. Над него работеха много учени, но аз исках да намеря свое решение. По същество, именно наличието на безмасовия колективен мод, известен днес като бозон на Намбу-Голдстоун (НГ), води до запазване на заряда или до калибровъчна инвариантност.

Квазичастиците на Боголюбов-Валатин (БВ) се описват от следните уравнения [8]:

$$\begin{aligned} E \psi_{p,+} &= \varepsilon_p \psi_{p,+} + \Delta \psi_{-p,-}^+ \\ E \psi_{-p,-}^+ &= -\varepsilon_p \psi_{-p,-}^+ + \Delta \psi_{p,+} \\ E &= \sqrt{\varepsilon_p^2 + \Delta^2} \end{aligned} \quad (1)$$

Тук $\psi_{p,+}$ и $\psi_{-p,-}^+$ са вълновите функции на електрон и дупка с импулс p и спин $+$ или $-$, ε_p е кинетичната енергия на електрона и дупката спрямо енергията на Ферми, а 2Δ е енергетичната разлика. В термините на спиноподобните матрици τ_i , съответният Хамилтониан и зарядният ток се изразяват във вида

$$\begin{aligned} H_0 &= \varepsilon_p \psi^+ \tau_3 \psi + \Delta \psi^+ \tau_1 \psi \\ p_0 &= \psi^+ \tau_3 \psi, \quad j_0 = \psi^+ (p/m) \psi \end{aligned} \quad (2)$$

Основното състояние на Боголюбов-Валатин е $\psi_p^+|0\rangle = 0$ за всяко p . Обаче зарядът не комутира с Хамилтониана H_0 и уравнението за непрекъснатост не е изпълнено, което е проблем. Но се оказва, че същото взаимодействие, създаващо основното състояние на Бардин-Купър-Шрифер – Боголюбов-Валатин едновременно поражда колективни възбуждения f , което допринася за зарядния ток и възстановява валидността на уравнението за непрекъснатост. Правилните изрази имат вида:

$$\begin{aligned} \rho &\cong \rho_0 + \frac{1}{\alpha^2} \partial_t f \\ j &\cong j_0 - \Delta f \\ (\nabla^2 - \frac{1}{\alpha^2} \partial_t^2) f &\cong -2\Delta \psi^+ \tau_2 \psi, \end{aligned} \quad (3)$$

където f съответства на мода Намбу-Голдстоун. Физически той описва възбужденията, стремящи се да възстановят загубената симетрия. В дълговълновата граница, която съответства на оператора на глобалната симетрия, енергията на НГ-мода и кулоновото взаимодействие между електроните, станало възможно благодарение на тяхната обща далекодействаща природа, поражда добре известните плазмони с

$$\varepsilon^2 = e^2 n / m \quad (4),$$

където e , n и m са съответно зарядът, плътността и масата на електрона. Формалната аналогия между уравненията на Боголюбов-Валатин и уравнението на Дирак ми позволи по естествен начин да пренеса теорията на Бардин-Купър-Шрифер върху теорията на елементарните частици [9]. Енергетичната разлика Δ се превръща в маса M , което води до нарушаване на хиралната симетрия $\sim \gamma_5$, а не на обикновения заряд ~ 1 . Аксиалният ток в теорията на елементарните частици представлява аналог на електромагнитния векторен ток в теорията на Бардин-Купър-Шрифер. Ако нарушението на симетрията се проявява в хиралността, тогава матричните елементи на аксиалния ток между нуклонните състояния с 4-импулси p и p' трябва да имат следният вид:

$$\Gamma_{\mu 5}(p', p) = (\gamma_\mu \gamma_5 - 2M \gamma_5 q_\mu / q^2), \quad q_\mu = p'_\mu - p_\mu \quad (5).$$

По такъв начин, хиралната симетрия е съвместима с крайната маса на нуклона M при условие, че съществува безмасов псевдоскаларен бозон на Намбу-Голдстоун. В реалните експерименти присъстват псевдоскаларните пиони, а взаимодействията на вектор с аксиален вектор, възникващи при слабия разпад на нуклона и пиона, притежават следното свойство:

$$g_V \approx g_A, \quad g_\pi \approx \sqrt{2} M g_A / G \quad (6),$$

където g_V и g_A са векторната и аксиално-векторната константи на връзка на нуклоните, g_π – аксиалната константа на връзка на пиона, G – константата на пион-нуклонното взаимодействие, M – масата на нуклона. Втората от приведените връзки е известна като съотношение на Голдбергер-Трайман [10], от която следва, че матричният елемент на аксиално-векторната част на разпада на нуклона се описва от съотношението

$$\Gamma_{\mu A} \approx (\gamma_\mu \gamma_5 - 2M \gamma_5 q_\mu) / (q^2 - m_\pi^2) \quad (7),$$

отличаващо се от формулата (5) с присъствието на масата на пиона. Отчитайки, че m_π е значително по-малка от M , аз предложих хипотеза за приблизителното запазване на аксиалния ток и за възникване на масата на нуклона в резултат на спонтанното нарушаване на хиралната симетрия и за това, че пионът е всъщност и съответния бозон на Намбу-Голдстоун, който трябва да стане безмасов при граничен преход за точно изпълнение на закона за запазване (при това масата на протона и неутрона също трябва да бъдат сравними).

Моделната система [11], която е представена за пръв път в работата [12] и впоследствие съвместно с Йона-Лазинио развихме, е конкретна реализация на предложеното спонтанно нарушаване на симетриите. По вид съответният Лагранжиан напомня Хамилтониана на модела на Бардин-Купър-Шрифер

$$L = -\bar{\psi}\gamma^\mu\partial_\mu\psi + g[(\bar{\psi}\psi)^2 - (\bar{\psi}\gamma_5\psi)^2] \quad (8)$$

и е инвариантен относно преобразованията на броя на частиците и хиралността:

$$\psi \rightarrow \exp(ia)\psi, \quad \bar{\psi} \rightarrow \bar{\psi}\exp(-ia) \quad (9)$$

$$\psi \rightarrow \exp(i\gamma_5 a)\psi, \quad \bar{\psi} \rightarrow \bar{\psi}\exp(-i\gamma_5 a)$$

След спонтанно нарушаване на симетриите “нуклонът” придобива маса $M \sim 2g\langle\bar{\psi}\psi\rangle$. Въпреки че този модел не е пренормируем, демонстрацията на механизма на спонтанното нарушаване на симетриите е относително проста. Възникващата маса M се определя от “уравнението на забранената зона”

$$\frac{2\pi^2}{g\Lambda^2} = 1 - \frac{M^2}{\Lambda^2} \ln(1 + \frac{\Lambda^2}{M^2}) \quad (10),$$

където Λ е параметърът на обрязване. Успяхме също да намерим и свързаното състояние на нуклон-антинуклонни (мезонни) и нуклон-нуклонни (дибарионни) двойки със спин 0 и 1. В частност, беше установено, че масите на мезоните 0^- , $(\sim\psi\gamma_5\psi)$ и 0^+ , $(\sim\psi\psi)$ са равни на 0 и $2M$ съответно. Разглеждайки по-реалистичния модел с два ароматни кварка, в който лагранжианът (8) се обобщава във вида

$$L = -\bar{\psi}\gamma^\mu\partial_\mu\psi + g[(\bar{\psi}\psi)^2 - \sum_i (\bar{\psi}\gamma_5\tau_i\psi)(\bar{\psi}\gamma_5\tau_i\psi)] \quad (11)$$

с аналогични уравнение на забранената зона, получихме изовекторния 0^- -пион и изоскаларния 0^+ -пион. Фактически стойността на масата беше получена, изхождайки от неголяма стойност на явната “гола” маса в Лагранжиана от порядъка на 5 MeV. Неговото въвеждане доведе до изменение в правилна посока на аксиалната константа на връзката g_A .

Други примери на спонтанно нарушаване на симетриите от типа на Бардин-Купър-Шрифер представляват свръхфлуидността в ^3He и сдвояването на нуклоните в ядрата [13]. Съществува просто общо съотношение между масата на фермионите и бозоните в теории от типа на Бардин-Купър-Шрифер [14]. Тази теория описва също образуването на масата на Лондон в електромагнитно поле. Въвеждането на скаларното поле на Хигс съществено опростява проблема [15]. В импулсно пространство релативисткият аналог на съотношението на Лондон има вида:

$$\begin{aligned} j_\mu(q) &= K_\mu(q)\Lambda^k \\ K_\mu &= (\delta_\mu - q_\mu q_\nu / q^2)K(q^2) \\ K(q^2) &\approx q^2 (q^2 - m^2). \end{aligned} \quad (12)$$

Такова съотношение описва превръщането на безмасовия бозон НГ в масов “плазмон” – процес, съответстващ на формулата (4). По-късно това съотношение успешно беше прилагано при слабите калибровъчни полета в теорията на електрослабото

обединение на Уйньбърг-Салам (УС) [16]. Там също се появяват масивните фермиони и протича нарушение на хиралната инвариантност. Така наречените токови маси за горните и долните кварки играят ролята на гола маса в модела на Намбу-Йона-Лазинио.

В съвременния Стандартен модел на физиката на елементарните частици моделът на Намбу-Йона-Лазинио може да се разглежда като ефективна теория на квантовата хромодинамика (КХД), описваща генерирането на така наречените конституентни маси. Нас ни интересуват нискоенергетичните степени на свобода в скалата, която не превишава никаква граница на обрязване от порядъка на $\sim 1 \text{ GeV}$. Динамиката на малки разстояния при надвишаване на Λ , както и конфайнмънтът могат да се разглеждат като пертурбации. Този проблем беше изучаван активно от много изследователи. За неговото решение Хатсуда и Кунихаро [17] използваша следния Лагранжиан:

$$L = L_{QCD} + L_{NJL} + L_{KMT} + \delta L. \quad (13)$$

Лагранжианът L_{NJL} описва кварки и съдържа членове, отговарящи за “токовите маси”. Лагранжианът L_{KMT} съответства на хиралната аномалия на Кобаяси-Маскава-’т Хофт

$$L_{KMT} = g_D \{ \det[\bar{q}_i(1 - \gamma_5)q_j] + H.c \}. \quad (14)$$

И двата Лагранжиана спомагат за явното нарушение на хиралната симетрия (δL описва ефекта на конфайнмънт и едноглюонен обмен). Теорията ВС напомня на теорията на свръхпроводимост на Гинзбург-Ландау [18] която, както бе показано от Горков [19], следва от теорията на Бардин-Купър-Шрифер. Аналогично, моделът Намбу-Йона-Лазинио преминава в модела на Гел-Ман и Леви [20]. Ако аналогията се потвърди, то тогава полето на Хигс ще може да се използва за ефективно описание на динамиката на последния модел.

В заключение бих искал да обърна внимание на проблема за йерархията на масите [20 – бел. прев.]. Йерархичната структура е забележително свойство на нашата Вселена. Масите на известните ни фундаментални фермиони също образуват йерархична структура, обхващаща 11 порядъка. За разлика от заряда и спина, масите не се квантуват по простия стандартен начин. Масата е динамична величина, защото зависи от взаимодействието. Но досега не сме успели да установим в йерархията на масите нетривиална структура, подобно на енергетичните нива на атома на водорода, което спомогна за откриването на квантовата механика, или подобно на траекториите на Редже, доведе до създаването на дуалната струнна картина.

Както вече беше споменато, изглежда механизмът на Бардин-Купър-Шрифер има пряко отношение към този проблем. Той води до възникването на масовата забранена зона за фермионите, както и до възникването на Голдстоуновите и Хигсови моди във вид на нисколежащи бозони. От своя страна, бозоните могат да станат източник на следващо спонтанно нарушаване на симетриите, откриващо възможности за йерархично спонтанно нарушаване на симетриите или „превъртане” [21]. Примери за подобни явления са вече установени [22]:

1. Веригата “атом – кристал – фонон – свръхпроводимост”. НГ-модата при образу-

ване на кристалите е фононът, който индуцира Куперовото сдвояване на електроните, предизвикващи свръхпроводимостта.

2. Веригата “КХД – спонтанно нарушение на хиралната симетрия и кварките и барионите – π , σ и другите мезони – образуването на ядрата и сдвояването на нуклоните – колективните модели в ядрата”.

По-нататъшни коментари ми се струват излишни.

Много съм благодарен на Г. Йона-Лазинио за неговата помощ при планирането на лекцията.

* Проф. Й. Намбу благодари на Джовани Йона-Лазинио от Римския университет Ла Сапиенца за помощта му при съставяне на плана на тази лекция и представянето ѝ на Нобеловите тържества на 8 декември 2008 г.

* Чикагски Университет, Институт Енрико Ферми, Чикаго, Илиноис 60637, САЩ

Литература

- [1] Nambu, Y., *J. Phys. Soc. Jap.*, **76**, 111002 (2007)
- [2] Heisenberg, W., *Z. Phys.*, **77**, 1 (1932)
- [3] Yang, C. N., R. L. Mills, *Phys. Rev.*, **96**, 191 (1954)
- [4] Beker, M., S. L. Glashow, *Phys. Rev.*, **128**, 2462 (1962)
- [5] Bardeen, J., L. N. Cooper, J.R. Schrieffer, *Phys. Rev.*, **108**, 1175 (1957)
- [6] Боголюбов, Н. Н., *ЖЭТФ* **34**, 58 (1958)
- [7] Valatin, J. G., *Nuovo Cimento*, **7**, 843 (1958)
- [8] Nambu, Y., *Phys. Rev.*, **117**, 648 (1960)
- [9] Nambu, Y., *Phys. Rev. Lett.*, **4**, 380 (1960)
- [10] Goldberger, M. L., S. B. Treiman, *Phys. Rev.*, **110**, 1178 (1958)
- [11] Nambu, Y., G. Jona-Lasinio, *Phys. Rev.*, **122**, 345 (1961)
- [12] Nambu, Y., G. Jona-Lasinio, *Phys. Rev.*, **124**, 246 (1961)
- [13] Arima, A., F. Iachello, *Phys. Rev. Lett.*, **35**, 1069 (1975)
- [14] Nambu, Y., *Physica D*, **15**, 147 (1985)
- [15] Anderson, P. W., *Phys. Rev.*, **130**, 439 (1963)
- [16] Weinberg, S., *Phys. Rev. Lett.*, **19**, 1264 (1967)
- [17] Hatsuda, T., T. Kunihiro, *Phys. Rep.*, **247**, 221 (1994)
- [18] Ginzburg, W. I., L. D. Landau, *J. Exp. Theor. Phys.*, **20**, 1064 (1950)
- [19] Gor'kov, L. P., *J. Exp. Theor. Phys.*, **36**, 1918 (1959)
- [20] Gell-Mann, M. P., M. L. Lévy, *Nuovo Cimento*, **16**, 705 (1960)
- [21] Raby, S., S. Dimopoulos, L. Susskind, *Nucl. Phys. B*, **169**, 373 (1980)
- [22] Nambu, Y., in *Interaction Theory and Moduli*, ICTP Lecture Notes Series Vol. 19, (ICTP, Trieste)

Превод: Н. Ахабабян

НЕРЕШЕНИТЕ ПРОБЛЕМИ НА ФУНДАМЕНТАЛНАТА ФИЗИКА

И. Ф. Гинзбург

1. Въведение

Достатъчно подробна картина за съвременното състояние на нашите знания за света на елементарните частици и астрофизиката е представена в много обзори от последните години. В тях подробно са описани много понятия и зададени някои въпроси, чиито отговори могат да се очакват от експерименти в по-близко или по-далечно бъдеще [1-8]. Извънредно интересен набор от проблеми е представен в книгата [9].

В тази статия са посочени въпроси от друг тип, за които съществуването на отговори съвсем не е очевидно, а времето на очакване на отговорите, ако имат такива, не се подава на оценка. В статията са използвани стандартните означения за товара на електрона e , скоростта на светлината c , константата на Планк $\hbar$ и гравитационната константа в закона на Нютон G_N . От тях са образувани комбинации, имащи размерност на маса и дължина – планковата маса $M_{Pl} = \hbar c / G_N = 1,2 \cdot 10^{19} \text{ GeV} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ г}$ и планковата дължина $l_{Pl} = \hbar / M_{Pl} c = 1,6 \cdot 10^{-33} \text{ см}$. Конкретните маси на частиците могат да се намерят в справочниците.

2. Правилно ли разбираме това, което считаме, че знаем?

Много теоретични конструкции включват асимптотичните условия $x \rightarrow 0$ или $x \rightarrow \infty$. Обаче нашият свят е краен в пространството и времето. Съотношението за неопределеност показва, че не съществува енергия, по-малка от $\hbar/T_U$, където $T_U \approx 14$ милиарда години (времето на живот на Вселената) и импулси, по-малки от $\hbar/cT_U$. Няма съмнение, че на разстояния по-малки от планковата дължина $l_{Pl} = 1,6 \cdot 10^{-33} \text{ см}$ (т. е. при енергии по-големи от $M_{Pl} = 1,2 \cdot 10^{19} \text{ GeV}$) съвременното описание не работи, понеже ефектите от квантовата гравитация стават стопроцентово важни. Значително преди това подобна граница се достига при описване на материалният свят, в който границата на делимост надвишава средното междумолекулярно разстояние. Същевременно едно типично разсъждение съдържа елементи от вида „величината A не може да служи като решение, понеже при $x \rightarrow \infty$ или $x \rightarrow 0$ тя расте неограничено”.

Кои от резултатите, получени с помощта на такива разсъждения, запазват силата си при крайни области на изменение на променливите? Ще приведа „аритметичен” пример, показващ, че подобен извод не винаги е съдържателен. Нека твърдението да бъде, че някакво свойство се реализира при такива големи времена t , че $z = \ln(\ln t) > 1$. Кога настъпва това „много по-голямо”? Нека примерно, „много по-голямо” да означава $z > 5$. Лесно е да се провери, че в този случай трябва $t > 10^{53}$. Независимо дали става дума за време, измервано в секунди или в характерните атомни времена, това условие не е изпълнено за цялото време на съществуване на Вселената.

• Невъзможността за безкрайно деление на пространството или времето на различни отрязъци или времеви интервали може да доведе до явления, които изглеждат напълно необикновени при обичайната им, непрекъсната трактовка. **При някои случаи може да се наложи даже ревизия на концепцията за причинност.** Говорейки за причинност, обикновено се подразбират две различни твърдения.

Бъдещето не може да влияе на миналото. В частност, точно това твърдение се използва при извода на съотношението на Крамерс-Кранинг между реалната и мнимата част на диелектричната проницаемост. Това твърдение не предизвиква съмнение, понеже ние предполагаме, че няма някакво висше същество, способно да изменя резултатите от вчерашната игра под влияние на получените днес резултати.

Бъдещето еднозначно и непрекъснато се определя от миналото (става дума за вълновата функция и нейния вероятностен смисъл). Тази концепция се използва, например при извода на уравнението на Шрьодингер в курса на Ландау и Лифшиц [10]. Обаче, във физични системи, принципно дискретни, това не винаги е така. **Понякога даже и най-детайлно знание за състоянието на системата не дава основание за еднозначно предсказване на бъдещето** (даже при отчитане на квантовата неопределеност). В частност, дискретна крачка може да премине точката на бифуркация на решението. При такова влияние обикновено пренебрегваните малки ефекти могат да станат определящи и е невъзможно да се предскаже кой от клоновете на решението ще се реализира в бъдеще. Подобни ефекти водят към добре известните изкривявания на резултатите на голям брой числени пресмятания във физиката на плазмата и геофизиката, към невъзможност за дълговременни предсказания на времето и т. н. Б. В. Чириков предполага, че само по такъв начин можем да разберем възникването на живота и човека с неговата свободна воля [11].

• Нашето разбиране на явленията от микросвета се основава в значителна степен на построения с помощта на теорията на пертурбациите (метод на последователните приближения). При този метод физическите величини се изчисляват с помощта на разлагане в ред по безразмерна константа, определяща интензивността на взаимодействието, при предположение, че тази константа е достатъчно малка. В квантовата електродинамика това е константата на фината структура $\alpha = e^2/hc \approx 1/137$. По такъв начин фактически се приема, че физичните величини в околността на точката $\alpha = 0$ са аналитична функция на α , допускаща разлагане в ред в границите на някакъв радиус на сходимост; неголеми изменения на α в границите на този радиус не трябва да изменят качествено картината на света. Това предположение за аналитичност е със сигурност неправилно. Наистина, при замяна на $e^2 \rightarrow -e^2$ ($\alpha \rightarrow -\alpha$) едноименните товари започват да се привличат, а разнимоименните – да се отблъскват, атомите не съществуват и всички електрони се събират в една грамадна буца, т. е. физическата картина на света се изменя кардинално.

Въпреки това, резултатите на квантовата електродинамика, получени с помощта на теорията на пертурбациите по α се оправдават с фантастично висока точност (съвременният рекорд представлява 12 знака след запетаята – за аномалния магнитен момент на мюона).

Защо теорията на пертурбациите работи така успешно? Една от фантастичните хипотези се свежда до това, че просто ни е провървяло: *Именно при наблюдаемите стойности на константите на връзките (и само при тези стойности) нашите разлагания в ред по чудесен начин описват действителността.* Тогава обаче тези стойности на константите трябва по някакъв начин да се получат от теорията (например, като собствени стойности в някакви задачи).

• През последните десетилетия беше установено, че считаните по-рано напълно различни електромагнитни и слаби взаимодействия на частиците са различни прояви на електрослабото взаимодействие. Само на разстояние, надхвърлящо 10^{-16} см (съответстващо на наблюдаваното слабо взаимодействие в ядрените разпади), тези взаимодействия се разделят и изглеждат напълно различни. Счита се, че теорията на електрослабите взаимодействия позволява поне по принцип да се изчислят амплитудите на разсейване на лептоните и калибровъчните бозони с каквато си щем точност.

Общите принципи на квантовата теория на полето изискват да вземаме под внимание всички възможни промеждутъчни състояния на системата на границата на безкрайно отдалечени помежду си частици (т. нар. *асимптотични състояния*). Това е състоянието на стабилните частици, образуващи пълната система на промеждутъчни състояния, в които всяко от физичните състояния влиза само еднократно. Нестабилните частици нямат асимптотични състояния (те изчезват при $t \rightarrow \infty$) и не влизат в пълната система на промеждутъчни състояния.

При построяването на теорията на пертурбациите, работеща успешно за електрослабите взаимодействия, съществуващите методи за пресмятания изискват отчитането на пълната система на промеждутъчните състояния, в която влиза и пълният набор от състояния на всички калибровъчни бозони и лептони. Обаче по-голямата част от тези частици са нестабилни. Отчитането на състоянията на нестабилните частици, които нямат асимптотични състояния, неоправдано „удвоява” пълния набор.

Защо тогава добре работи стандартната форма на теорията на електрослабите взаимодействия, приемаща всички калибровъчни бозони и лептони за фундаментални, след като голяма част от тях трябва да бъдат изключени от пълната система на асимптотични състояния поради тяхната нестабилност? Може би теорията на електрослабите взаимодействия има нужда от видоизменение?

3. Защо светът е именно такъв?

Непонятните числа и техните съотношения

• Познатите стойности на масите на u- и d-кварките и константите на връзка на ядреното и електромагнитно взаимодействие водят до това, че неутронът е с 1,3 MeV по-тежък от протона. Ако тази разлика беше по-малка от 0,5 MeV то неутронът щеше да бъде стабилен и значителна част от материята щеше да съществува във вид на неутронни звезди, а не като обикновените видими звезди.

От друга страна, неголеми изменения на енергията на взаимодействие на протона с неутрона би могло да доведе до отсъствие на свързано състояние в системата протон-

неутрон (ядрото на деутерия). В такъв случай синтезът на по-тежки ядра (който според съвременните представи преминава през стадия на деутрона) би бил почти невъзможен.

И в двата случая светът би бил съвършено друг и едва ли би съществувал живот.

Случайни ли са тези стойности? Във връзка с това в литературата се обсъждат две възможности:

1. Реализират се множество различни вселени с разнообразен набор от константи. Ние наблюдаваме само онзи набор, при който съществува наблюдател (*антропният принцип*).

2. Реализираният набор константи неясно защо се явява единствен.

• **Откъде се взеха такива различни маси на действително елементарни частици – от 171 GeV (t-кварка) до 0,5 MeV (електрона) (отношението е $3,5 \cdot 10^5$) та чак до няколко десети от eV (неутриното) – още 6 порядъка? Защо всички те са толкова малки в сравнение с планковата константа?**

• В Стандартния модел на електрослабите взаимодействия е прието, че ключова роля за разделянето на слабите и електромагнитни взаимодействия на разстояния по-големи от 10^{-16} cm и за произхода на масите на частиците играе скаларната частица – бозонът на Хигс (нейното установяване е най-важната задача на влезлия в строя Голям адронен колайдър LHC). И разделянето на взаимодействията, и възникването на масите са свързани с това, че *средната стойност на полето на Хигс v* (подобно на средната намагнитеност на магнетика) *е различна от нула*. Големината на тази средна стойност еднозначно определя масата на W– и Z– бозоните и е около 246 GeV (при тази аналогия сам бозонът на Хигс е подобен на квантовото поле на спиновата вълна в магнетика).

Защо масата на t-кварка е толкова близка до стойността $v/\sqrt{2}$?

• Всичката известна ни материя е построена от електрони, протони и неутрони. Последните от своя страна се състоят от u– и d-кварки; при разпада на неутрона се появяват $\bar{\nu}_e$ – неутриното. Обаче елементарният набор (u, d, e, $\bar{\nu}_e$) е дублиран. Съществуват набори на елементарни „тухли“, напълно сходни с този набор, само че по-тежки (ако не броим неутрината). Това са: (c, s, μ , ν_μ) и (t, b, τ , ν_τ). Тези набори се наричат поколения.

Защо съществуват няколко копия на първото поколение кварки и лептони, след като първото поколение е напълно достатъчно за изграждане на света от частиците, от които е построена видимата Вселена?

Вярно ли е, че поколенията са точно три?

Ако е така, защо именно три?

• При обсъждане на електромагнитните явления в квантовата механика лесно се установява, че *електромагнитното взаимодействие има калибровъчна форма*. Това означава такъв запис на това взаимодействие, при което резултатът не се изменя, ако вълновата функция на заредена частица се умножи на $\exp[i\epsilon(x)]$ и едновременно се направи калибровъчно преобразуване на вектор-потенциала на електромагнитното поле $A_i(x) \rightarrow A_i(x) - \Delta_i \phi(x)$.

Оказва се, че независимостта на резултатите на теорията от сходни (донякъде по-сложни) преобразувания е обща черта на всички фундаментални взаимодействия.

Защо всички известни взаимодействия имат подобна калибровъчна природа?

• Електро-слабите взаимодействия на разстояния по-малки от 10^{-16} cm притежават високи симетрии – взаимодействията на частици от един и същ вид, но с различни товари са еднакви. Казва се, че тези взаимодействия имат SU(2) $\times$ U(1)-симетрия, която се разрушава на разстояния около 10^{-16} cm, разбивайки се на известните електромагнитни и слаби взаимодействия.

• Преди близо четири десетилетия се изясни, че силните (ядрени) взаимодействия на малки разстояния се свеждат до взаимодействия между кварки, които се пренасят от глюоните (подобно на електромагнитните взаимодействия, които се пренасят от фотоните). Един и същ тип кварки (например u-кварките) могат да съществуват в три различни форми, които бяха наречени *цветове* – „червен“, „син“ и „зелен“ (тук доста далеч прозира аналогията с цветовото зрение на човека – например, състояния от три кварка с различни цветове е безцветно). Затова, такава теория – фундаменталната теория на силните взаимодействия – се нарича квантова хромодинамика. В съответствие със съществуването на трите основни (цветни) състояния групата на симетрия на квантовата хромодинамика е SU(3).

В детекторите за частици непосредствено се наблюдават само безцветни състояния на кварките и глюоните. В същото време последователното описание на процеси, протичащи на разстояния, по-малки от 10^{-13} cm, е невъзможно без отчитането на цветовата структура на материята. За това се казва накратко: *цветът не излита на по-големи разстояния*. Това явление се нарича удържане на цвета (*конфайнмънт*).

Защо са три цветовете в квантовата хромодинамика и защо именно три?

• **Защо групите на симетрии на слабото и силно взаимодействие са именно такива?**

Не може ли да се свържат отговорите на следващите въпроси с различието на групите на симетрии на тези две различни *калибровъчни* взаимодействия?

Защо слабото взаимодействие (за разлика от силното) отделя определена посока на винта? Защо участващото в това взаимодействие неутрино е само ляво?

Защо за квантовата хромодинамика (за разлика от електрослабото взаимодействие) има място удържането на цвета?

• **Защо в Природата се реализира само една стойност на товара на частиците, кратна на товара на електрона e (електричният товар е квантуван)^{*)}?**

Квантуването на електричния товар по необходимост щеше да е наложително, ако съществуваше точковидният монопол на Дирак (магнитен полюс, аналогичен на електричния товар с кулоново взаимодействие между монополите по закона g^2/r^2). Тогава еднозначното описание на нашия свят е възможно само при $ge = 2\pi\hbar cn$ (където e е товарът на електрона, g – магнитният момент, а n – цяло число). Това означава, че квантуването на електричния товар получава своето обяснение, ако някъде във Вселената съществува поне един точковиден монопол на Дирак^{**)} .

Обаче такъв точковиден монопол не е открит, най-вероятно такъв монопол в природата не съществува. Ако това е така, не би било лошо да се разбере какви са причините, забраняващи съществуването на точковидните монополи. От друга страна, наблюдаването на точковиден магнитен монопол би ни заставило коренно да преразгледаме представите си за устойчивост на нашия свят на много малки разстояния.

Може би съществуват други причини за квантуване на електричния товар?

• **Защо пълната плътност на материята във Вселената е толкова близка до критичната, така че като цяло Вселената се оказва плоска?**

4. Удивителни факти на проява на неизвестни взаимодействия...?

• В продължение на много години физиците бяха с убеждението, че описанието на елементарните взаимодействия не се мени при всяко от следните преобразования поотделно – огледално отражение на координатите (Р-инвариантност), при преход от частици към античастици (С-инвариантност) и при обръщане на знака на времето (Т-инвариантност). В. Паули доказва, че при най-общи представи за свойствата на нашето пространство-време наблюдаемата картина на света не се изменя при едновременното изпълнение на тези три преобразования (СРТ-теорема), а споменатите разделения на инвариантностите не представляват необходими свойства на отделните взаимодействия.

Към средата на 50-е години на миналият век, беше установено, че в слабите взаимодействия огледалната симетрия няма място. Скоро след това се изясни, че за сметка на това има място СР-инвариантност, т.е. инвариантност относно едновременното изпълнение на огледално отражение и преход от частици към античастици (запазване на комбинираната СР-четност, Л. Д. Ландау).

А след около десет години беше установено, че при слабите разпади на неутралните К– и В– мезони се нарушават не само С– и Р– инвариантностите поотделно, но още и комбинираната СР-инвариантност (нарушаване на СР-симетрията). При другите процеси нарушение на СР-симетрията не се наблюдава.

Защо не се запазва СР-симетрията?

Защо тя се запазва при по-голямата част от наблюдаваните процеси?

Създадена е такава параметризация на слабото взаимодействие, в която споменатите свойства изглеждат естествени. Но как тази параметризация е свързана с природата на слабото взаимодействие? **Свързано ли е наблюдаваното нарушаване на СР-инвариантността с действието на ново, неизвестно взаимодействие или съществуват някакви свойства на слабото взаимодействие, обуславящи това нарушение?**

• Неотдавна беше установено, че енергията на Вселената само 5% се състои от енергията на обикновеното вещество (атомните ядра, основно протони, неутрони, електрони, фотони и неутрино). Още 20% от енергията на Вселената се съдържа в тъмната материя, която прилича на обикновената, но участва само в гравитационните взаимодействия (и понастоящем се установява само чрез астрономични наблюдения). А останалото се съдържа в загадъчна тъмна енергия – среда с удивителна връзка между плътността и налягането $\epsilon = -p$.

Що е това тъмна материя? В съществуващите модели на света на частиците на малки разстояния има немалко на брой кандидати, които могат да играят тази роля. Подготвят се експерименти за да бъдат уловени сигнали от един или друг кандидат. **Какво е това тъмна енергия?** Има ли начин да се установи сигнал от нея, освен наблюденията, свързани с интерпретацията на астрофизичните данни?

5. Какво по-нататък?

• Както беше вече казано, на разстояния по-големи от 10^{-16} см електро-слабото взаимодействие се разбива на електромагнитно и слабо, като симетрията на всяко от тях е по-ниска от симетрията на електро-слабите взаимодействия.

Съществуват ли подобни разбивания на по-малки разстояния? Откъде се вземат мащабите за тези разбивания? А може би на малки разстояния всички взаимодействия се обединяват в единно взаимодействие, притежаващо много висока симетрия (великото обединение), което с увеличаване на разстоянието (или с намаляването на енергията, което е същото) се разпада на отделни взаимодействия със своите по-ниски симетрии (и в края на краищата – известните ни силно, слабо и електромагнитно взаимодействия)?

Това е много привлекателна възможност и широко се обсъждат различни варианти на теории за такова обединение – групи с висока симетрия, суперсиметрии, теория на струните и др. Детайлно се анализират разнообразни експериментални възможности, които биха могли да потвърдят тези теории. Обаче, няма надежден начин да се посочи експерименталният мащаб за появяване на съответстващите им сигнали. Знаем само, че те лежат извън областта, достижима от съвременните експерименти и винаги може да се каже: *ако днес не ги наблюдаваме, значи можем да ги очакваме на бъдещите ускорители с още по-големи енергии*. Известните днес аргументи в полза на съществуването на подобно обединение по същество представлява пожелание да имаме по-красива картина на малки разстояния, само че при това различните автори разбират желаната красота по-различен начин. А, може би е обратно, на малки разстояния симетрията е по-ниска, а по-високата *приближена* симетрия, която се наблюдава на големи (по ядрените мащаби) разстояния, възниква по причини, приличащи на обсъжданите в [12-13]?

• **Защо размерността на пространство-времето е именно четири?**

Разработват се две групи модели, в които размерността на пълното пространство-време $d > 4$, а нашето четиримерно пространство-време е подпространство на това пълно пространство. Нагледна аналогия за явленията в първата група модели дават квазиедномерните кристали. В тях коефициентът на еластичност за преместване по едната ос е значително по-малък от тези коефициенти за движение в перпендикулярни направления. В резултат движението се извършва практически само по оста с неголяма твърдост. В моделите на тази група нашето пространство-време е клон от пълното пространство, подобно на направлението на възможно движение в квазиедномерния кристал. Движението в направленията на „излишните” променливи практически е

невъзможно, понеже измъкването извън нашия свят изисква извънредно голям разход на енергия.

В другата група модели се предполага, че всички „излишни“ променливи са компактифицирани в много малък пространствено-времеви размер. Смисълът на този термин се пояснява с примера на свят в тънък дълъг цилиндър. Разглеждайки движения с мащаби, по-големи от неговия радиус, ние виждаме едномерен свят, напречните движения се извършват само на разстояния, по-малки от радиуса на цилиндъра, а това означава, че напречната координата е компактифицирана.

В някои модели от доста неубедителни (според мен) съображения се изчислява и пълната размерност на пространството d (това се прави например в теорията на суперструните, където $d = 11$). Но във всички случаи остава неясна причината за четиримерността на наблюдаемия свят. Съществуването на такива конструкции показва, че изчисляването на размерността на пространството ще стане предмет на научни изследвания.

* Кварките и антикварките с дробен товар $\pm e/3$ и $\pm 2e/3$ могат да бъдат разделени на разстояние, ненадвишаващо размера на атомното ядро 10^{-13} см и са експериментално ненаблюдаеми.

** Трябва да подчертаем, че става дума за точковидна частица, а не някакво „чувалче“, което възниква по естествен начин в отделни конструкции на електрослабата теория и създава отдалечено от себе си поле, подобно на кулоновото, докато на малки разстояния не съответства на никаква частица.

Литература

- [1] Чернин, А. Д., УФН, **178** (2008) 267.
- [2] Лукаш, В. Н., В. А. Рубаков, УФН, **178** (2008) 301.
- [3] Рябов, В. А., В. А. Царев, А. М. Цховребов, УФН, **178** (2008) 1129.
- [4] Окунь, Л. Б., УФН, **177** (2007) 397.
- [5] Рубаков, В. А., УФН, **177** (2007) 407.
- [6] Иоффе, Б. Л., УФН, **176** (2006) 1103.
- [7] Цукерман, И. С., УФН, **175** (2005) 863.
- [8] Красников, Н. В., В. А. Матвеев, УФН, **174** (2004) 697.
- [9] Гинзбург, В. Л., О физике и астрофизике, Москва (1955).
- [10] Ландау, Л. Д., Е. М. Лифшиц, Квантовая механика, Москва (1984).
- [11] Chirikov, B., physics/0503072.
- [12] Гинзбург, И. Ф., ЯФ, **25** (1977) 421.
- [13] Forster, D., H. Nielsen, M. Ninomiya, Phys.Lett. B **94**, (1980) 135.

УФН, том 178, 2008 г.
Превод: Н. Ахабабян

РАЗМИШЛЕНИЯ ЗА АРИТМЕТИЧНАТА ФИЗИКА

Юрий Манин

На Александър Гротендик,
По случай шейсетата му годишнина



*Някои още при пръв поглед недоверчиво ще свият
рамене и ще кажат, че това е само фантазия. Тези
хора забравят или не знаят, че нашата наука, както и
всяка друга, едва ли би постигнала нещо, ако от самото
начало не се захранваше с мечтите и виденията на
ония, които ѝ се отдават с пълна страст.*
А. Гротендик**

Развитието на теоретичната физика през последната четвърт на XX век се определя от доста романтична ценностна система. Стремейки се да опишат фундаменталните процеси в планков мащаб, физиците са склонни да жертват която и да е пряка връзка с наблюдаемия свят. В този социален контекст изтънчената математика в теорията на квантовите струни престава да бъде само технически инструмент, необходим за изчисляване на някакви измерими ефекти и се превръща в принцип.

Днес, поне някои от нас, отново изпитват древното платонично чувство, че на математичните идеи по някакъв начин е отсъдено да описват физическия свят, колкото и отдалечени от реалността да изглеждат техните извори.

Ако бъдем последователни, трябва да приемем неправдоподобната (?) идея, че най-дълбоките приложения във физиката ще получи теорията на числата. И наистина, съвсем ясно различима е тенденцията теорията на числата поне да бъде допусната в света на идеите на съвременната теоретична физика.

Авторът на тези редове беше удивен и зарадван, когато видя, че за определяне на мярката на Поляков в струнната теория могат да се използват резултатите на Фалтингс, пресметнал специфичната теоретико-числова функция „височина“ [1, 2, 3].

След това Саша Попов ми каза, че след доклада на Фалтингс на международния математичен конгрес в Беркли Ед Уитън закупи всички книги по теория на числата, които намерил по книжарниците по пътя за дома. (Не разпитах Ед дали е било така, но *si non è vero, è ben trovato*).

Явно сега е моментът за някои размишления на специалист по теория на числата и на физика – любител за такъв противоречив предмет, каквато е аритметичната физика.

Да се попитаме отначало може ли да бъде изчислено нещо физично с помощта на безспорно теоретико-числови средства? Предполагам, че отговорът трябва да бъде положителен. Да разгледаме една от най-красивите формули на Ойлер:

$$\frac{\pi^2}{6} = \prod_p (1 - p^{-2})^{-1} \quad (1)$$

Дясната част несъмнено принадлежи на теорията на числата: простите числа $p = 2, 3, 5, 7, 11, \dots$ са едни от главните предмети, които тя изучава. Осмелявам се да кажа, че лявата част, в която участва числото π , представлява физична константа, въпреки че за да убедя читателя, явно е необходима известна аргументация. В действителност, числото π може да бъде (и е било) измерено, също като температурата на кипене на водата или дължината на земния екватор. Може да се каже, че евклидовата геометрия, в която π е математична константа, всъщност представлява кинематика на идеално твърдо тяло, действаща в макроскопично приближение на плосък гравитационен вакуум.

За да разберем по-добре формулата (1), трябва да си спомним някои свойства на простите числа. Класически простото число p се определя като цяло положително число, което няма други делители освен самото то и единица. Всяко цяло число може по единствен начин да бъде разложено като произведение на други прости числа; простите числа са безкрайно много; те са разпределени доста неправилно; най-простата асимптотична формула за броя на простите числа, не надминаващи N , има вида $N/\log N$. Това обаче не е подходът, който сега ни трябва.

Съвременното обяснение на ролята на простите числа се дава с теоремата на Ал. Островски: простите числа описват всички разумни начини (в допълнение на традиционните) за въвеждане на понятието за непрекъснатост в множеството Q на рационалните числа. По-конкретно, да определим функцията $|a|_p$ от числото $a \in Q$ като $|a|_p = p^{-n}$, ако $a = p^n c d^{-1}$, където c и d са цели числа, които не се делят на p . Тази функция притежава обикновените свойства на норма: $|ab|_p = |a|_p |b|_p$, $|a+b|_p \leq |a|_p + |b|_p$ (в действителност дори $\leq \max(|a|_p, |b|_p)$ – т. н. неархимедово неравенство на триъгълника). Следователно, тази норма дефинира на Q топология, наречена p -адична, в която $a_i \rightarrow 0$, ако $|a_i|_p \rightarrow 0$. Понеже сумирането и умножението са p -адично непрекъснати, може по стандартен път да бъдат дефинирани фундаментални редици и граници на такива редици, наречени p -адични числа.

Множеството на p -адичните числа Q_p е аналог на множеството на реалните числа R , което може да бъде построено по същия начин, ако използваме обикновените абсолютни стойности, които е удобно да означим с $|a|$. Теоремата на Островски твърди, че всяка норма (казваме също още “нормировка”) на Q задава същата топология, като $|\cdot|_\infty$ или $|\cdot|_p$ за някакво просто p .

Разбира се, в много отношения свойствата на Q_p се различават от свойствата на R . Основната причина е в това, че Q_p и R са топологично силно различни: p -адичните числа образуват канторово множество или “фрактал” [4]. Въпреки това, много раздели на класическия анализ и геометрията е възможно да се развият над p -адичните числа; прекрасно въведение по темата може да се намери в [5].

Както знаем, физичният свят може доста ефективно да бъде описан с помощта на математиката, основана на R (и на следващото разширение C : комплексните числа).

Неотдавна беше изказано предположението, че в планков мащаб по-добре подхожда p -адичната топология [6]. При това обаче възниква въпросът: защо от физична гледна точка трябва да бъде избрано едно определено p ? Не е ли по-разумно да се вярва на демокрацията и да се приеме, че всички съществуващи топологии са равноправни? (Или поне всички p -адични топологии: R бесспорно, е “първо сред равни”, понеже е зададено с помощта на единствената архимедова норма.)

Оказва се, че тъждеството на Ойлер (1), както и редица подобни факти, могат да бъдат обяснени по начин, който прави такава демокрация убедителна.

Да започнем с почти очевидната формула $|\alpha|_\infty = \prod_p |\alpha|_p^{-1}$. Тя означава, че да познаваме обикновената абсолютна стойност на едно рационално число е равносилно на това да познаваме всички негови p -адични абсолютни стойности. Или, ако бъдем съвсем демократични, $\prod_v |\alpha|_v = 1$, където v е равно на ∞ или $p = 2, 3, 5 \dots$. Теорията на числата е пълна с формули от този тип; те се наричат формули на произведения, закони за взаимност и т.н.

В дадената формула за произведението разглеждаме рационалното число постепенно като реално, 2-адично, 3-адично и т.н. Нека въведем по-общото множество на безкрайните вектори $(a_\infty, a_2, a_3, \dots)$, дето $a_\infty \in R$ и $a_p \in Q_p$. Такъв вектор, с допълнителното условие, че $|a|_p \leq 1$ за всички достатъчно големи p , се нарича адел. Този термин беше изобретен от Клод Шевалие около 1940 г., заедно с термина “идел”, означаващ “обратим адел” (т.е. $\alpha_v \neq 0$ за всички v и $|\alpha_p|_p = 1$ за големи p). Етимологията на тези думи не е ясна; предполага се, че “идел” произлиза от думата “идеален”, а “адел” означава “адитивен идеал”. Както и да е, за съвременните специалисти по теорията на числата това са стандартни термини.

Нека си представим сега началните стъпки на една математика, в която реалните числа са заменени с адели. Аделът $a = (a_v)$ има за компоненти реалния a_∞ и p -адичните компоненти a_p за всяко p . Множеството на всички адели образува топологически пръстен A_Q с покомпонентно събиране и умножение. Неговата топология има както архимедови така и фрактални свойства. Рационалните числа Q участват в A_Q като диагонални: $a = (a, a, a, \dots)$. Простото, но важно наблюдение е в това, че $Q \subset A_Q$ е дискретна подгрупа, понеже $Z \subset R$. С други думи, една редица от рационални числа не може да бъде сходяща във всички v -адични топологии едновременно.

Като си спомним, че $R/Z = U(1)$ е окръжност, стигаме до понятието аделна окръжност:

$$\frac{A_Q}{Q} = (R \times \prod_p Z_p) / Z \quad (2),$$

където Z_p е множеството на p -адичните цели числа ($\alpha \in Z_p \Leftrightarrow |\alpha|_p \leq 1$). От (2) се вижда, че аделната окръжност е смес от $U(1)$ и компактно топологична напълно несвързана група, която може също да бъде описана като “граница на решетъчно

приближение” за $U(1)$, т.е. като $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{Z}{nZ}$. По такъв начин пак виждаме съединение в един обект на архимедови и фрактални свойства. Фурие анализът, основан на A_Q/Q (вместо на $U(1)$) извънредно изящно обединява обикновените и крайни преобразования на Фурие [7].

Ако направим още една крачка, можем да дефинираме най-простата некомутативна аделна група $SL_2(A_Q)$, която по същество представлява множеството на безкрайните матрични вектори

$$\left\{ \begin{pmatrix} \alpha_v & b_v \\ c_v & d_v \end{pmatrix} \in SL_2(Q_v) : v = \infty, 2, 3, 5, \dots \right\},$$

в които (a_v) , (b_v) , (c_v) и (d_v) са адели. Подгрупата $SL_2(Q)$ е също дискретна в $SL_2(A_Q)$. Използвайки ляво инвариантната диференциална форма на SL_2 и нормите $|a|_v$, можем да определим лявоинвариантната мярка $dm = \prod_v dm_v$ на групата $SL_2(A_Q)$ така, както на класическата ѝ компонента $SL_2(\mathbf{R})$. Ако се нормализира dm с помощта на класическото условие $\int_{SL_2(A_Q)/SL_2(Q)} dm = 1$, а след това се изчислят интегралите покомпонентно, стигаме в края на краищата към красивото обяснение на формулата (1):

$$1 = \int_{SL_2(A_Q)/SL_2(Q)} dm = \int_{SL_2(\mathbf{R})/SL_2(\mathbf{Z})} dm_\infty \times \prod_p \int_{SL_2(\mathbf{Z}_p)} dm_p \quad (3)$$

$$\int_{SL_2(\mathbf{R})/SL_2(\mathbf{Z})} dm_\infty = \frac{\pi^2}{6}, \quad \int_{SL_2(\mathbf{Z}_p)} dm_p = 1 - p^{-2} \quad (4)$$

Тук формула (3) се доказва като формула (2), архимедовата част на формула (4) се доказва с помощта на трик, основан на формулата за сумиране на Поасон, а p -частта на формула (4) следва от факта, че SL_2 над крайно поле от p елементи се състои от $p^3 - p$ точки, така че относителното количество точки в $SL_2(\mathbf{Z}_p)$ относно $\mathbf{Z}_p^3$ е равно на $1 - p^{-2}$.

Сега виждаме следната закономерност:

– (поне някои) съществени понятия от реалния и комплексния анализ и геометрията имат аделни аналози;

– аделните обекти имат силна тенденция да бъдат по-прости отколкото техните архимедови компоненти; например, аделните фундаментални области на аритметично дискретни подгрупи в полупрости групи обикновено имат обем 1 (философия на Зигел-Тамагава-Вайл [8]);

– благодарение на този факт и “формулата за произведение”, възплачваща идеята за равнопоставяне на всички топологии, информацията за реалната компонента на аделния обект може да бъде идентифицирана или със самата тази реална компонента или с произведението на p -адичната компонента на всички p .

Ако сега си позволим едно малко рисковано обобщение, то можем да формулираме основната хипотеза на този доклад:

На фундаментално ниво нашият свят не е нито реален, нито p -адичен: той е аделен. По някакви причини, свързани с физичната природа на нашата разновидност на живата материя (може би защото сме съставени от масивни частици), ние обикновено проектираме аделната картина върху реалната ѝ страна. Със същия успех бихме могли духовно да я проектираме в неархимедовата ѝ страна и да изчислим най-важните неща аритметично.

“Реалната” и “аритметична” картина на света се намират във взаимна допълнителност, напомняща отношението между спрегнатите наблюдаеми в квантовата механика.

Разбира се, никой не е задължен да приема сериозно тази метафизика. Скептичният читател може въпреки всичко да я използва като ръководещ принцип при математично изследване на структурата на струнната теория.

* * *

В заключение съвсем накратко ще опиша някои въпроси, които вълнуват теоретиките от теорията на числата и могат да имат отношение към програмата за аритметизация на физиката.

Теорията на числата има своя група на голямото обединение: групата на Галоа $G = \text{Gal}(Q/Q)$, състояща се от всички пермутации на алгебрични числа, запазващи алгебричните и с рационални коефициенти отношения помежду им. Това е безкрайна топологична група от “фрактален” тип. Нейната структура е много сложна и в известен смисъл съдържа в себе си цялата аритметика (като се отчетат някои канонични централни разширения на нейната подгрупа – т. нар. групи на Вайл). За да илюстрираме това твърдение, ще отбележим само, че неговата максимална абелева фактор група G^{ab} е изоморфна на $\prod_p \mathbf{Z}_p$, така че простите числа се появяват отново, по напълно неочакван начин – по същество като образуващи на G^{ab} . Изучавайки представянията на G и на нейните затворени подгрупи математикът среща автоморфни и модулярни функции почти така (по-точно казано – двойствено), както физикът, изучаващ представянията на Кац-Муди и Вирасоро. Серия дълбоки хипотези, принадлежащи на Ленглендс [9], свързват теорията на представянията на групите G с теорията на представянията на групата $H(A_k)$, чрез модуларните форми и преобразувания на Мелин. Искрено се надявам, че такива забележителни съвпадения не са просто случайност.

В заключение искам да кажа, че с удоволствие и гордост посвещавам тези бележки на Александър Гротендик, чиито прозрения оказаха огромно влияние в математиката, а сега започват да влияят и на физиката.

* Ю. И. Манин, Размышления об арифметической физике, Математика как метафора, Москва (2008) 209-220.

** A. Grothendieck, Esquisse d'un programme. Geometric Galois actions, Cambridge Univ. Press (1997).

Литература

- [1] Manin, Yu., The partition function of the Polyakov string can be expressed in terms of theta functions, Phys.Lett., **B172** (1986).
- [2] Faltings, G., Calculus on arithmetic surfaces, Ann.Math., **119** (1984).
- [3] Smit, D. J., String theory and algebraic geometry of moduli spaces, Comm. Math. Phys., **114** (1988).
- [4] Mandelbrot, B., Fractals, San Francisco (1977).
- [5] Kolbitz, N., p-adic numbers, p-adic analysis and zeta-functions, Heidelberg, Springer-Verlag (1977).
- [6] Volovich, I. V., Number theory as the ultimate physical theory, Preprint CERN-TH 4781 (1981).
- [7] Tate, J., Fourier analysis in number fields and Hecke's zeta-functions, Ed. J. W. Cassels, Academic press (1967).
- [8] Kneser, M., Semi-simple algebraic groups, Ed. J. W. Cassels, Academic press (1957).
- [9] Langlands, R., L-functions and automorphic representations, Proc. ICM Helsinki (1978).

Превод: Б. Пенков

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: sofiiski_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

ВЪПРОСЪТ ЗА ГЛОБАЛНОТО ЗАТОПЛЯНЕ

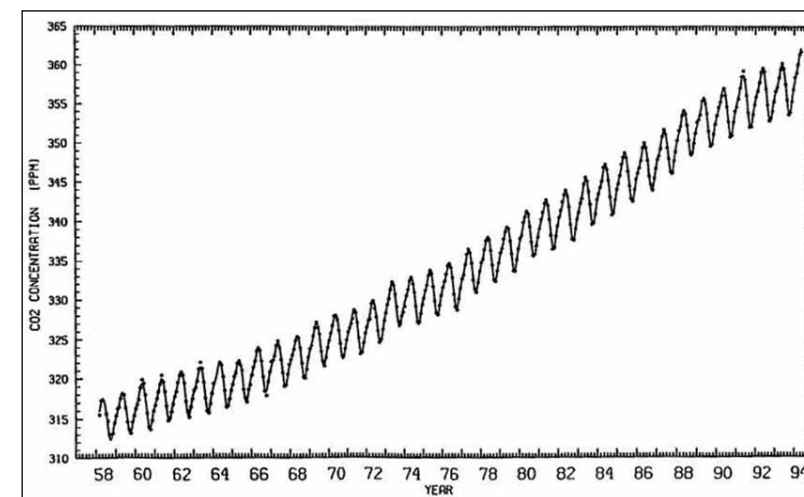
Фримън Дайсън

Започвам този книгопис [1-2] с пролог, в който се описват измерванията, превърнали глобалното затопляне от неясна теоретична спекулация в точна наблюдателна наука. Съществува една прочута графика, показваща по какъв начин процентното съдържание на въглероден двуокис в атмосферата се мени месец по месец и година по година. Тя илюстрира по най-категоричен и точен начин ефектите на човешката дейност върху нашата глобална среда. Известна е като графика на Кийлинг*, защото представлява равностметка на пожизнената дейност на Чарлз Дейвид Кийлинг, професор в Океанографския институт “Скрипс” в Лайола, Калифорния. Кийлинг измерва количеството на въглеродния двуокис в атмосферата в продължение на 47 години, от 1958 г. до самата си смърт през 2005 г. Той проектира и конструира уредите, които правят възможни точните измервания. Започва да прави измерванията си близо до върха на спящия вулкан Мауна Лоа на големия остров в Хаваите.

Концентрацията на въглероден двуокис в атмосферата

Кийлинг избира това място за своя обсерватория, защото околният въздух е далеч от кой да е континент и не е замърсен от местна човешка дейност или от растителност. Измерванията са продължени и след неговата смърт и те показват непрестанен ръст на съдържанието на въглероден двуокис в атмосферата през последните 50 години. Графиката съдържа две ясно изразени особености. Първо, непрестанен растеж на въглеродния двуокис с времето, като се започне от 315 части на милион през 1958 г. и се стигне

до 385 части на милион през 2008 г. Второ, системно се появяват вълнообразни отклонения, говорещи за годишен цикъл на повишаване и понижаване на равнищата на въглеродния двуокис (Фиг. 1). Максимумът в Северното полукукло възниква всяка година през пролетта, а минимумът в Северното полукукло

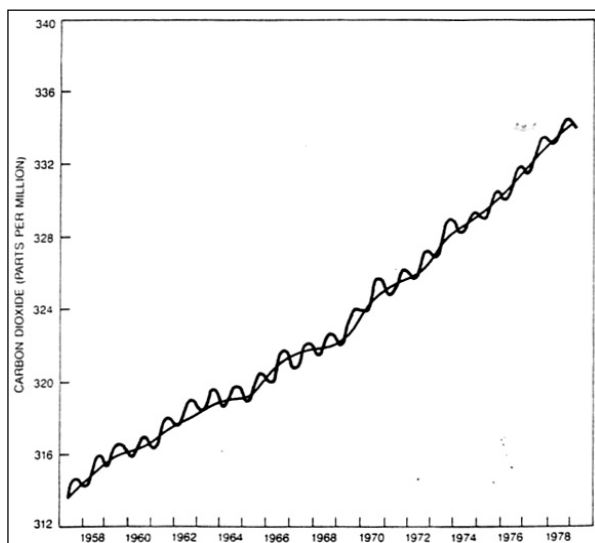


Фиг. 1. Концентрацията на въглеродния двуокис в атмосферата при Мауна Лоа в Хаваите.

е през есента. Разликата между максимума и минимума всяка година е приблизително шест части на един милион. Сезонните вариации се дължат на намаляващото количество на въглеродния двуокис поради поглъщането му от растенията през сезона на растежа и последващото му връщане при окисляването на растителните отпадъци.

Кийлинг е бил много методичен наблюдател. Точността на неговите измервания никога не е била оспорвана, като резултатите му са потвърдени от много други наблюдатели. През 1970-те той разширява наблюденията си от Мауна Лоа, на 20 градуса северна географска ширина, до осем други наблюдателници на различни ширини – от Южния полюс, на 90 градуса южна ширина, до Поинт Бароу на арктическия бряг на Аляска, на 71 градуса северна ширина. На всяка от тези ширини имаме същото трайно нарастване на равнищата на въглеродния двуокис, но амплитудата на годишните вълнообразни отклонения силно се мени с географската ширина. Тя е най-голяма в Поинт Бароу, където разликата между максимума и минимума е около 15 части на милион. На Кергуелен, остров в Тихия океан на 29 градуса южна ширина, вълнообразната крива изчезва. На Южния полюс разликата между максимума и минимума е около две части на милион, като максимумът е в Южното полукуълбо през пролетта (Фиг. 2).

Единственото приемливо обяснение на годишните вълнообразни отклонения, както и на техните изменения с географската ширина е, че те се дължат на сезонното израстване и загиване на едногодишните растения и особено в умерените ширини на север и на юг. Асиметрията между вълнообразните изменения на север и на юг се дължи на факта, че в Северното полукуълбо е разположена по-голямата част от сушата, както



Фиг. 2. Растящото количество на въглеродния двуокис при Южния полюс и сезонните промени (по измерванията на Кийлинг) (Надпис по ординатата:) Въглероден двуокис (части на един милион)

и повечето от едногодишната растителност. Периодичното изменение дава пряка мярка за количеството въглерод, който развиващата се растителност на север и на юг поглъща всяко лято от атмосферата, а през зимата загиващата растителност го връща в атмосферата.

Това количество е голямо, както непосредствено се вижда от измерванията в Поинт Бароу. Периодичното изменение в Поинт Бароу показва, че в Северното полукуълбо лятното поглъщане от растителността е на година около 4 процента от общия въглероден двуокис в атмосферата на големи ширини. Пълното поглъщане трябва да е по-голямо, тъй като растителността продължава да диша през лятото, така че

чистият растеж е резултат от пълното поглъщане минус издишването. Тропичните гори на малки ширини също поглъщат и издишват големи количества въглероден двуокис, които не претърпяват забележими сезонни изменения и затова не допринасят към годишните колебания.

Като съпоставим данните от периодичните изменения с разпределението на растителността по земното кълбо, ще се окаже, че всяка година близо 8 процента от въглеродния двуокис в атмосферата се поглъщат от растителността и отново се връщат в атмосферата. Това означава, че средното време на живот на една молекула въглероден двуокис в атмосферата, преди тя да бъде заловена от растителността и след като бъде освободена, е около дванадесет години. Както ще стане ясно по-нататък, от фундаментално значение за по-далечното бъдеще на глобалното затопляне е фактът, че обмяната на въглерод между атмосферата и растителността е бърза. Книгите, които ще бъдат обсъдени, не споменават за това.

1. Уилям Нордхауз е професионален икономист и неговата книга *Въпрос на баланс: оценка на вариантите за политика спрямо глобалното затопляне* описва проблема на глобалното затопляне така, както го вижда един икономист. Той не се интересува от научната страна на глобалното затопляне нито от оценката на вредата, която то може да нанесе. Той приема, че това са изяснени неща, и сравнява различните политики по тяхната ефективност спрямо разпределението на икономическите ресурси. Заключениета му в основни линии не зависят от научните детайли. Изчислява съвкупните разходи, цените и печалбите. Всички изчисления са основани върху единен компютърен модел, който той нарича ДИКИ – акроним за Динамичен Интегриран модел на Климата и Икономиката.

Всеки цикъл на ДИКИ взема като входни данни определена политика за разпределяне на разходи година по година. Разпределените ресурси се изразходват за финансирането на скъпи технологии, например, за дълбочинното изолиране на въглеродния двуокис, създаден от енергоцентралите, с което се редуцират емисиите на въглероден двуокис, или налагане на данъци върху дейностите, при които се създават въглеродни емисии. Климатичната част от модела на ДИКИ изчислява ефекта на редуцираните емисии при редуцирането на вредите. В такъв случай ДИКИ ни дава резултиращите печалби и загуби на световната икономика година по година. Всеки цикъл започва от 2005 г. и завършва или през 2105, или през 2205, като дава картина на ефектите от определена политика през следващите сто или двеста години.

Практическата единица за икономически ресурси е един билион инфлационно коригирани долари. Инфлационно коригиран долар означава такава парична сума, която в бъдеще запазва същата покупателна способност като реалния долар през 2005 г. По-нататък под “долар” винаги ще разбираме инфлационно коригиран долар, чиято покупателна способност не се мени с времето. Разликата между последствията от една или друга политика е обикновено няколко билиона долара, които са сравними с разходите за войната в Ирак. Това е игра с големи залози.

Книгата на Нордхауз не е за широката публика. Тя е препълнена с диаграми и

числови таблици, като някое и друго уравнение показва каква е връзката между числата. Диаграмите и таблиците показват по какъв начин световната икономика реагира на различните видове политика. За да разбере тези таблици и диаграми, читателят трябва да разбира от финанси и сложна лихва, но не е задължително да е специалист по икономическите теории. Всеки, който знае достатъчно математика, за да направи баланса на чековата си книжка или да попълни данъчната си декларация, по принцип би могъл да разбере числата.

За да улесни онези, които не се оправят с математиката или не се интересуват от числените подробности, Нордхауз е написал в началото една нематематическа глава, озаглавена “Резюме за интересуващия се гражданин”. Тази глава съдържа възхитително ясно резюме на неговите резултати и на практическите им следствия, така поднесени, че да са разбираеми както за силно заетите политици, така и за обикновените граждани, които с гласовете си могат да издигнат политиките на държавни постове. Той смята, че най-важната задача на всяка политика, която е насочена към климатичните промени, е да установи най-ефикасната “въглеродна цена”, която той определя като “пазарната цена или обезщетение, което трябва да се заплати от онези, които използват изкопаемо гориво и с това произвеждат CO_2 емисии”. Той пише:

Доколко някой храни интерес към справянето с проблема на глобалното затопляне, може веднага да се прецени, ако се послуша какво той или тя говори относно цената на въглерода. Представете си, че публична личност говори красноречиво относно опасностите от глобалното затопляне и предлага народът незабавно да се организира, за да се намали климатичното изменение. Представете си, че тази личност предлага да се подобри кпд на моторните превозни средства или да се произвеждат електрически крушки с нисък разход на електроенергия, или да се субсидира производството на етанол, или да се подпомогнат изследванията за използване на слънчевата енергия, но при това никъде не повдига въпроса за цената на въглерода. Тогава трябва да си направите извода, че предложението не е сериозно и не засяга основния икономически въпрос относно задържането на климатичните изменения. В първо приближение повишаването на цената на въглерода е необходима и достатъчна стъпка за справяне с глобалното затопляне. Останалото е в най-добрия случай реторика и в действителност може да се окаже вредно с това, че създава предпоставки за икономическа неефективност.

Ако тази глава бъде прочетена от много хора, общественото разбиране за глобалното затопляне и за възможните реакции спрямо него значително ще се подобри.

Нордхауз изследва пет вида политика спрямо глобалното затопляне, като за всеки вид са осъществени множество проби с ДИКИ. Първият вид е обичайният бизнес без никакви ограничения спрямо емисиите на въглероден двуокис, при което неговата оценка за вредите върху околната среда възлиза на около \$23 билиона към годината 2100. Вторият вид е “оптималната политика”, оценена от Нордхауз като финансово най-ефективна – с определени за целия свят налози върху въглеродните емисии, съобразени за всяка година така, че да дават максимална съвкупна печалба по изчис-

ленията на ДИКИ. Третият вид е Протоколът Киото^{**}), който влиза в сила от 2005 г. със 175 страни участнички и който налага фиксирани граници за емисиите само на икономически развитите страни. Нордхауз оценява различни варианти на Протокола Киото с или без участието на Съединените щати.

Четвъртият вид политика е наречена “амбициозни предложения” и има два варианта, които Нордхауз нарича “Стърн” и “Гор”. “Стърн” е политиката, застъпвана от Сър Никълъс Стърн в *Stern Review* [3] – икономически анализ на политиката спрямо глобалното затопляне, спонсорирана от Британското правителство. “Стърн” налага драконовски ограничения върху емисиите, подобни на ограниченията на Киото, но още по-сурови. “Гор” е политиката, застъпвана от Ал Гор за драстични намаления на емисиите, но постепенно, като равнището още преди 2050 г. да стигне 90 процента от съвременното. Петият и последен вид е наречен “евтино задържане”; това е политика, основана върху хипотетична евтина технология за отстраняване на въглеродния двуокис от атмосферата или за произвеждане на енергия без емисия на въглероден двуокис, като се приема, че подобна технология ще стане достъпна в определен момент от бъдещето. Според Нордхауз тази технология би могла да включва “евтина слънчева енергия, геотермална енергия, някакво неагресивно климатично инженерство или получени с генно инженерство дървета, които се хранят с въглерод”.

Тъй като всяка от политиките, които се изпробват през ДИКИ, се развива за срок от сто или двеста години, нейната икономическа ефективност трябва да се измерва посредством сумарните печалби и загуби за целия избран срок. Тогава най-критичният въпрос, пред който се изправя ръководният политик, е как да съпостави днешните печалби и загуби с печалбите и загубите след сто години в бъдещето. Ето защо Нордхауз избира заглавието “Въпрос на баланс”. Ако можем да спестим М долара от вредите, причинени от климатичните промени през годината 2110, като изразходваме един долар за намаляване на емисиите през 2110, колко голямо трябва да е М, за да бъде изгоден този разход? А икономистите могат така да кажат: каква част от бъдещите загуби за климатични промени може да се намали или “отбие” от средствата, вложени в днешно време за намаляване на емисиите?

Стандартният отговор, който икономистите дават на този въпрос, гласи, че М трябва да е по-голямо от очакваната възвращаемост през 2110 г., ако доларът от 2010 г. е вложен в световната икономика за срок от сто години при среден ръст на сложения лихвен процент. Например стойността на един долар, вложен при среден лихвен процент 4 за срок от сто години ще бъде петдесет и четири долара; това ще бъде стойността на един долар след изтичането на срок от сто години. Така че за всеки долар, изразходен днес за една конкретна стратегия за борба срещу глобалното затопляне, инвестицията трябва да редуцира причинената от затоплянето вреда с величина, която превишава петдесет и четири долара след срок от сто години, за да може обществото да натрупа положителен икономически резултат. Ако дадена стратегия за облагане на въглеродните емисии има за резултат възвращаемост от само 44 долара за един инвестиран долар, то приходите от прилагането на тази стратегия ще бъдат превишени

от загубите за нейното заплащане. Но ако стратегията води до възвращаемост от 64 долара на инвестиран един долар, предимството е напълно ясно. Така че въпросът е доколко различните стратегии за справяне с глобалното затопляне водят до създаването на дългосрочни изгоди, които превишават техните днешни разходи. Изчисляването на съвкупните печалби и загуби трябва да се прави при същественото пренебрегване на далечното бъдеще.

Изборът на темпото на отбиване в бъдещето е най-важното решение за всеки, който прави дългосрочни планове. Темпото на отбиване е предполагаемата годишна процентна загуба в днешната стойност на един бъдещ долар, когато се движим към бъдещето. Програмата ДИКИ позволява темпото на отбиване да се избере произволно, обаче Нордхауз дава резултатите само за темпо на отбиване 4 процента. Тук той следва традиционния подход на икономистите. Четири процента е консервативно число, основано върху осреднения минал опит от добри и лоши времена. Нордхауз базира оценката си върху предположението, че следващите сто години ще донесат на световната икономика някаква смес от стагнация и разцвет, като съвкупният среден ръст ще продължава със същото темпо, което сме наблюдавали през двайсетия век. Бъдещите разходи са отбити, тъй като бъдещият свят ще бъде по-богат и по-лесно ще се справи с тях. А бъдещите приходи ще бъдат отчислени, тъй като те ще представляват намаляваща част от бъдещото богатство.

Когато бъдещите загуби и печалби се отчислят при темпо 4 процента на година, съвкупните разходи и приходи за дадена климатична политика спрямо цялостното бъдеще ще бъдат крайни. Загубите и печалбите отвъд хоризонта от сто години ще водят до малка разлика спрямо изчислената съвкупност. Поради това Нордхауз взема съвкупното салдо на приходите и разходите за цялостното бъдеще като мярка за чистата стойност на съответната политика. Той използва това число, получено по модела ДИКИ на световната икономика, като показател, по който да сравнява една с друга политика. Да се представи стойността на дадена политика с едно единствено число е голямо опростяване на реалния свят, но това помага да фокусираме вниманието си върху най-съществените разлики между политиките.

Тук са дадени чистите оценки за различните политики, изчислени по модела ДИКИ. Оценките са изчислени като разлики спрямо обичайния бизнес модел, като са снети щетите, дължащи се на климатичната промяна, превишаваща стойността на контрола. Когато стойността е минус, това означава, че политиката е по-лоша от тази на обичайния бизнес и разходите превишават понижаването на щетите. Единицата за стойност е \$1 билион, като оценките са закръглени до най-близкия билион. Чистата стойност на оптималната програма – растящи постепенно с времето глобални въглеродни данъци – е плюс три, т.е. близо \$3 билиона приход. Протоколът от Киото има стойност плюс едно с участието на САЩ и нула без участието на САЩ. Политиката “Стърн” има стойност минус петнайсет, политиката “Гор” – минус двайсет и едно, а тази на “евтино задържане” – плюс седемнайсет.

Какво означават тези числа? Трудно е да си представим числото \$1 билион. По-

лесно е да си го представяме като \$3000 за всеки жител от населението на САЩ. То е сравнимо с годишния брутен вътрешен продукт на Индия или Бразилия. Спечелването или загубата на \$1 билион би било забележима, но не и доминираща пертурбация на световната икономика. Но печалбата или загубата на \$10 билиона би било голямо смущение с непредсказуеми последици.

Основният извод от анализа на Нордхауз е, че амбициозните предложения “Стърн” и “Гор” са застрашително скъпи, “евтино задържане” е извънредно изгодно, ако може да се осъществи, докато другите политики, включително обичайният бизнес и Протоколите от Киото са само умерено по-лоши от оптималната политика. Практическият извод за политиката спрямо глобалното затопляне е да се стремим към следните цели по реда на техния приоритет:

- (1) Да избягваме амбициозните предложения;
- (2) Да развиваме наука и технология за “евтино задържане”;
- (3) В случай, че евтиното задържане се провали, да се стремим към международен договор, който да е максимално близо до оптималната политика;
- (4) Да избягваме международен договор, който да прави неизменен Протокола от Киото.

Тези задачи са валидни поради икономически причини независимо от научните аспекти на глобалното затопляне.

Има една фундаментална разлика между философиите на Нордхауз и на Сър Николас Стърн. В глава 9 от книгата на Нордхауз се обяснява тази разлика и се пояснява защо Стърн отстоява политика, която Нордхауз смята за гибелна. Стърн отхвърля идеята да се пренебрегват бъдещите разходи и изгоди при съпоставката им с настоящите разходи и изгоди. Нордхауз, следвайки обичайната практика на икономистите и бизнес администраторите, смята, че това пренебрегване е необходимо за постигането на разумен баланс между настоящето и бъдещето. От гледна точка на Стърн обаче това пренебрегване не е етично, тъй като то внася дискриминация между съвременните и бъдещите поколения. А именно Стърн смята, че това пренебрегване налага тежко бреме върху бъдещите поколения. Гледището на Нордхауз е, че пренебрегването е справедливо, защото единият долар, спестен от днешното поколение, се превръща в петдесет и четири долара, с които нашите потомци ще разполагат след сто години.

Практическото следствие от политиката на Стърн би било да се забави в днешно време икономическият растеж на Китай, за да се намали щетата от климатичната промяна сто години по-късно. Няколко поколения китайски граждани ще обеднеят, за да станат техните потомци само малко по-богати. Според Нордхауз забавянето на растежа в крайна сметка ще се окаже значително по-скъпо за Китай, отколкото е самата климатична вреда. По отношение на широко обсъжданата възможност за катастрофични ефекти преди края на века, дължащи се на повишените равнища на океаните, той казва само че “климатичната промяна едва ли ще има катастрофални последици в близко бъдеще, но тя може да причини тежки щети в по-далечни срокове.” Китайското правителство твърдо отхвърля философията на Стърн, докато британското

правителство я приема с възторг. Според Нордхауз *Stern Review* заема величествената поза на световен социален планиращ, който “вероятно се надява да съхрани гаснещите въгленни на Британската империя”.

2. Основният недостатък на книгата на Нордхауз е в това, че в нея не се обсъждат детайлите на “евтиното задържане”, което би довело до много по-изгодна политика от неговата оптимална политика. Той избягва този въпрос, защото е икономист, а не естествоизпитател. Не желае да задава въпроси към позициите на Междуправителствения съвет за климатичните промени – група от стотици учени, официално назначени от Обединените нации, за да дават научни консултации на правителствата. Междуправителственият съвет разглежда науката за климатичните промени като установена и не вярва в идеите на “евтиното задържане”. Що се отнася до възможните кандидати за технология на евтиното задържане, които той споменава в цитираното от мен по-горе изречение, например “евтина слънчева енергия”, Нордхауз има малко какво да каже. Той пише, че “в днешно време такава технология не съществува и ние можем само да гадаем относно нея”. В неговите таблици политиката на “евтиното задържане” е демонстрирана като абстрактна възможност без никакви детайли. Никъде не е казано, че това може да е практическо решение на проблема на климатичната промяна.

Тук аз се връщам към графиките на Кийлинг, които демонстрират силната връзка между атмосферата и растителността. Вълнообразните криви на графиките ни показват, че всяка молекула въглероден двуокис в атмосферата се задържа в растенията за срок от порядък дванадесет години. Следователно, ако можем да контролираме поведението на растенията спрямо въглерода, то съдбата на атмосферния въглерод ще бъде в наши ръце. Именно това има пред вид Нордхауз, когато споменава за “генетично модифицирани растения, хранещи се с въглерод” като евтино задържане на глобалното затопляне. Науката и технологията на генното инженерство все още не са узрели за използване в големи мащаби. Ние все още не разбираме достатъчно добре езика на генома, за да можем свободно да четем и пишем на него. Но науката напредва бързо, а технологията на прочит и писане на геноми напредва още по-бързо. Звучи ми съвсем правдоподобно, че чрез генно инженерство ще създадем въглеродопоглъщащи дървета в рамките на двадесет години и почти сигурно за срок от петдесет години.

Въглеродопоглъщащите дървета биха могли да превръщат по-голямата част от въглерода, който са погълнали от атмосферата, в някоя химически устойчива форма, която да се зарови под земята. Или биха могли да превърнат въглерода в течни горива и някои други полезни химикали. Биотехнологията е извънредно мощна и е способна да погребее или трансформира всяка една молекула въглероден двуокис. Вълнообразните криви на Кийлинг доказват, че през всяко изминало десетилетие една голяма част от въглеродния двуокис в атмосферата попада в обхвата на биотехнологията. Ако една четвърт от световните гори бъде заменена с водородопоглъщащи варианти на същите видове, горите ще бъдат опазени като екологични ресурси и като хабитати за животински видове, като въглеродният двуокис в атмосферата ще се намали наполовина за около петдесет години.

Не е изключено технологията да доминира в нашия живот и в икономическата ни дейност през втората половина на двадесет и първи век, точно както компютърната технология стана доминираща в нашия живот и в икономиката ни през втората половина на двайсетия век. Биотехнологията би могла да се превърне в определящ регулатор, който разпределя богатствата в света – навсякъде, където има земя, въздух, вода и слънчева светлина. Това няма нищо общо с насочените в грешна посока усилия за понижаване въглеродните емисии посредством отглеждане на зърнени растения и превръщането им в етанолово гориво. Етаноловата програма не може да намали емисиите и наред с това вреди на бедните хора от цял свят, тъй като повишава цените на повечето храни. След като сме овладяли биотехнологията, правилата на климатичната игра радикално ще се изменят. В една основана на биотехнологията световна икономика е много възможно някои от сравнително евтините и благоприятни за околната среда методи за понижаване на въглеродните емисии да станат реалност.

Глобално затопляне: перспективите след Киото е документ на конференцията, състояла се през 2005 г. в Йейлския център за изучаване на глобализацията. Книгата е редактирана от Ернесто Седийо, директор на Йейлския център, който беше председател на конференцията, а през периода от 1994 до 2000 г. беше президент на Мексико. Книгата се състои от предговор, написан от Седийо, и 14 глави, представляващи доклади на конференцията. Между докладчиците е Уилям Нордхауз, чиято тема “Икономически анализ на Протокола от Киото: ще има ли живот след Киото?” представлява по-остра критика на Протокола от Киото, отколкото е тази в неговата собствена книга.

Книгата под редакцията на Седийо обхваща много по-широк кръг от въпроси и позиции в сравнение с книгата на Нордхауз и е насочена към по-широка читателска публика. Тя включва доклада “Основана ли е върху факти тревогата за глобалното затопляне?” на Ричард Линдзен, професор по науките за атмосферата в МТИ, като отговорът на поставения въпрос е категорично не. Линдзен не отрича съществуването на глобално затопляне, но смята, че предсказанията за неговите тежки последствия са силно преувеличени. Той пише:

Фактическите наблюдения показват, че чувствителността на реалния климат е значително по-малка от онази, която се получава в компютърните модели, чиято чувствителност зависи от процеси, които са твърде неточно представени.

Отговор на въпроса на Линдзен се съдържа и в следващата глава “Антропогенна климатична промяна: ревизия на фактите”, чийто автор е Штефан Рамщорф, професор по физика на океаните в университета на Потсдам, Германия. Рамщорф резюмира своето мнение относно аргументите на Линдзен в едно изречение: “Всичко това изглежда много чуждо на науката за климата, както аз я познавам и, казано честно, звучи направо смешно”. Тези две глави разкриват пред читателя една твърде тъжна картина на науката за климата. Рамщорф е представител на мнозинството учени, които страстно вярват, че глобалното затопляне е сериозна заплаха. Линдзен е представител на малобройната група на скептиците. Техният разговор е диалог на глухи. Мнозинството отговаря на малцинството с нескривано презрение.

В историята на науката често се е случвало мнозинството да греши и да отказва да слуша малцинството, което по-късно се оказва право. Възможно е така да става и в днешно време. Голямото достойнство на икономическия анализ на Нордхауз е, че той остава валиден, независимо дали възгледът на мнозинството е верен или грешен. Политиката на оптимума на Нордхауз взима под внимание и двете възможности. В своето предисловие Седийо последователно резюмира аргументите на всеки от авторите. Той запазва неутралността, присъща на един председател на конференция, и отделя еднакво внимание както на Линдзен, така и на Рамщорф. Своето собствено мнение той издава само в едно изречение с къса вметната фраза: “Климатичното изменение може и да не е най-належащият проблем (убеден съм, че то действително не е), но то може все пак да се окаже най-сложното предизвикателство, пред което светът някога се е изправял.”

Последните пет глави в книгата на Седийо са написани от автори, представящи пет от страните, които са най-заинтересовани от политиката на глобалното затопляне: Русия, Британия, Канада, Индия и Китай. Всеки от петте автори е бил технически съветник в своето правителство и всеки от тях представя политиката на своето правителство. Хауард Далтон, говорител на британското правителство, е най-догматичен. Последният пасаж в статията му започва по следния начин:

Твърдото становище на Обединеното кралство е, че климатичното изменение съставлява най-тежка заплаха за околната среда и за човешкото общество, че още сега се налага да бъдат предприети неотложни мерки в целия свят, за да се предотврати заплахата и че развитият свят трябва да поеме ръководството за справянето с климатичната промяна.

Обединеното кралство е взело своето решение и смята, че трябва да се игнорират всички лични мнения, които не са в съгласие с правителствената политика. Същият догматичен тон е възприет от Кралското общество – Британският еквивалент на Националната академия на науките на САЩ. Неотдавна Кралското общество публикува брошура, предназначена за широката публика, под заглавието “Споровете около климатичните изменения – популярен наръчник”. Там се казва:

Това пособие има за цел да предложи изчерпателни отговори на всеки претенциозен аргумент, издигнат от онези, които целят да изопачат и подкопаят науката за климатичните изменения и да отрекат сериозността на потенциалните последици от глобалното затопляне.

С други думи, ако ти не си съгласен с мнението на мнозинството относно глобалното затопляне, ти си враг на науката. Авторите на брошурата вероятно са забравили стария девиз на Кралското общество – *Nulius in Verba*, което означава “Ничия дума не е окончателна”.

Всичките книги относно науката и икономиката на глобалното затопляне, които съм видял, включително и двете книги, за които пиша тук, пропускат най-важния пункт. А този пункт е по-скоро религиозен отколкото научен. Става дума за светската религия ековяра, която издига в култ околната среда и според която ние сме домакини

на планетата Земя и замърсяването ѝ с продукти на нашия луксозен живот е грях, а праведният живот е да се стремим да живеем колкото е възможно по-скромно. Етиката на тази религия на екологията се преподава в детски градини, училища и колежи по цял свят.

Екорелигията замени социализма като водеща светска религия. А нейната етика е много здрава. Учените и икономистите се съгласяват с будистките монаси и християнските проповедници, че безмилостното унищожаване на природата е зло, а запазването на птиците и пеперудите е добро. Световната общност на ековярващите, повечето от които не са учени, поддържа високо равнище на морала и води човешките общества към добро бъдеще. Ековярата е религия на надеждата и на уважението към природата. Това е религия за всички – независимо дали вярваме или не в опасните последици от глобалното затопляне.

За съжаление някои от привържениците на екодвижението са приели като религиозна догма също и това, че глобалното затопляне е най-голямата заплаха за нашата планета. Това именно е една от причините споровете около глобалното затопляне да стават все по-разгорещени и по-остри. Повечето хора започнаха да вярват, че всеки, който е скептичен относно опасностите от глобалното затопляне, е враг на околната среда. В днешно време скептиците имат трудната задача да убедят публиката, че точно обратното е вярно. Мнозина от скептиците са страстни ековерци. Те с ужас установяват, че вниманието на обществото е изцяло погълнато от глобалното затопляне, а това отвлеча вниманието от онези според тях по-сериозни и по-непосредствени заплахи за планетата, сред които са ядреното въоръжаване, деградацията на околната среда и социалната несправедливост. Независимо дали ще се окажат прави или не, техните доводи по тези въпроси заслужават да бъдат чути.

● **Парников ефект.** Графиката (кривата) на Кийлинг с неумолимото нарастване на количеството на въглеродния двуокис в атмосферата стана символ на т.нар. “парников ефект”, който е пряко свързан с обсъжданото тук глобално затопляне. Въглеродният двуокис (а също водната пара и газът метан) изменя топлинния баланс на Земята с това, че действа като едноразов екран. Той е прозрачен спрямо лъчението във видимата част на спектъра, където е концентрирана по-голямата част от слънчевата енергия, благодарение на което се нагряват океаните и земните повърхности. От друга страна молекулите на въглеродния двуокис в атмосферата поглъщат дълговълновото (инфрачервеното) лъчение и го излъчват обратно към земната повърхност – Това е същността на парниковия ефект. Ако в атмосферата нямаше въглероден двуокис, топлината би се излъчвала много по-лесно от земната повърхност. Повърхностната температура би се понижала и океаните биха се заледили. На Венера, където няма океани, които пряко и косвено поглъщат въглеродния двуокис, последният прави парниковия ефект много по-силен и повърхностната температура е 400 °C; докато на Марс, където атмосферата е само тънък слой, парниковият ефект е значително по-слаб и затова повърхностната температура е около минус 50°C.

Бележки

• По същата тема виж статията на Фр. Дайсън *Климатът като обект на науката и политиката* в „Светът на физиката“ 3/2000 с. 251; виж също статията на М. Сиракова *Глобалното затопляне* в „Светът на физиката“ 4/99, с. 307.

• Тъй като кривите на Кийлинг не са дадени в текста на Фр. Дайсън, за удобство на читателя те са взети от друг текст (*Scientific American*, Aug. 1982, p. 39). – Бел. прев.

Литература

[1] William Nordhaus, *A Question of Balance Weighing the Options on Global Warming Policies*, Yale Univ. Press, 234 pp.

[2] *Global Warming: Looking Beyond Kyoto*, edited by Ernesto Zedillo, Yale Center for the Study of Globalization, Brookings Press, 237 pp.

[3] Nicholas Stern, *The Economics of Climate Change* – Икономика на климатичните промени, Cambridge Univ. Press, 2007

**** Протоколът Киото** е съставен, когато през декември 1997 в Киото, Япония, представители на 160 страни обсъдиха мерките срещу глобалното затопляне и се договориха за намаляване емисиите на определени газове (на първо място CO₂, CH₄ и N₂O) до равнището на 1990 (или 1995). – Бел. прев.

F. Dyson. *The Question of Global Warming*.
The New York Review of Books, **55**, 12.06.2008
Превод: М. Бушев

Редколегията на „Светът на физиката“ благодари на
приятелите на списанието АСЕН ПЕТРОВ и ЕРМА ПЕТРОВА
за тяхното щедро и великодушно дарение.

В ЗАЩИТА НА НАУКАТА

Л. И. Пономарьов

Технологичните постижения на науката през последното столетие впечатляват даже на битово ниво: телевизор и GSM, персонален компютър и интернет, перална машина, прахосмукачка и хладилник. И въпреки това общественият интерес към науката намалява повсеместно, а престижът на професионалния учен през последните години е паднал до критичната си стойност. Това явление е световно, обаче в Русия (да не говорим за България! – бел. прев.) то е придобило катастрофална форма: според последното „общонародно“ допитване науката не влиза в първата десетка на престижните професии. Причината за това състояние са разнообразни и не напълно ясни, но самата тенденция без съмнение е извънредно опасна, както в нашата страна, така и като световно явление.

Подобно на въздуха, който не забелязваме при дишането, абсолютно голяма част от хората не осъзнават доколко е съществен научният светоглед в нашето всекидневие. Всъщност именно той изменя съзнанието, бита и даже моралните категории на цивилизованите народи. От обитателите на Централна Гвинея или пустинята Калахари те се отличават не по портативните телефони с камера – при минимално обучение те могат да бъдат ползвани и от аборигените, а по онази прецизна система от научни понятия, с които цивилизованите народи са пропити в процеса на продължително обучение през целия им живот и без които не е възможно да разберат как работи мобилният телефон: електромагнитните вълни, полупроводниците, акумулатора, течните кристали, физическата природа на светлината и звука, механизмите на тяхното физиологично действие и т. н. Такива знания не донасят незабавна практическа полза, но именно те кардинално изменят съзнанието на цивилизованите нации и единствено те ги отличават от първобитните овчари.

Известно е, че всекидневният речник на овчарите не надвишава 500 думи: те са достатъчни, за да могат ефективно да се справят с домашния бит и да възпроизвеждат поколения в продължение на много години. Понятията: история, култура, наука, философия не влизат в този набор, въпреки че от тях, в крайна сметка, зависи животът на всеки отделен човек. За съжаление, важността на такива знания и тяхното различие от конкретните умения са слабо разбираеми и още по-малко подчертавани.

Първите кълнове на науката се появяват в Древна Гърция. През V век преди нашата ера там измислят *доказателството*. Изглежда, като едно от естествените следствия на първата демокрация: нито в Месопотамия, нито в Египет самата мисъл за разумни доказателства не са минавали и през ума им. През следващите векове господства авторитетът на църквата и за дълго задушава тези кълнове. И едва в епохата на Възраждането започват наново да ги култивират. По време на реформацията те растат, а във века на Просвещението ги извеждат на широкия друм на Прогреса.

Утвърждаването на научния метод става бавно и с големи усилия: например, през

1626 г. учението за атомите е било забранено във Франция със заплаха за смъртно наказание и даже през XIX век Фарадей се е борил за включване на физиката в списъка на задължителните училищни дисциплини. Първото периодично научно списание започнало да излиза в Англия през 1665 г., същото в което Нютон публикувал откритите от него закон за всемирното привличане, началата на диференциалното изчисление и спектралното разлагане на слънчевата светлина.

Два са източниците, които захранват науката: опитът на щастливите изобретатели и способността на човека да обобщава опита. Колелото е открито преди всякаква наука. По същия начин гръмоотводът и парната машина (при всичката тяхна несъмнена практическа полза) стават предмет на науката едва след като се появяват понятията: енергия, топлина, температура, ентропия, а също и електричен товар, силови линии, електромагнитни вълни и още много други.

Науката се отличава от дарбата на изобретателността със способността за *обясняване и предсказване* на явленията на основата на установени *закони*. Едва след откриването на законите на Нютон се появява небесната механика, която позволява на Лъверие и Адамс да посочат точното място на небето, където астрономите трябва да търсят неизвестната преди това планета Нептун. И само научният метод позволява на Менделеев да предскаже свойствата на още не открити химически елементи, а Хайнрих Херц да открие електромагнитните вълни, предсказани от Максвел.

Двадесети век ще остане в историята завинаги като век на науката. Именно тогава на нейна основа се извършва мощният скок на техниката и технологиите, свидетели на което сме всички ние. Обаче зашеметяващите успехи на технологичния прогрес през последните години породиха еуфория за нейната самодостатъчност при почти пълното забравяне на научните ѝ основи. През XXI век науката повсеместно губи своя самостоятелен статус и предизвиква интерес само като източник на “иновации”. Тази тенденция, демонстрирана понастоящем в масовото съзнание, поддържана и от държавата, заплашва с необратими и разрушителни последици за цялата съвременна цивилизация.

Някой от великите беше сравнил науката с вода, а нейните технологични следствия – с рибата в нея. Пресметливият стопанин, загрижен за устойчив добив, чисти и се грижи за рибата в езерото, а браконьерът, заинтересован само от по-големия улов, е готов да източи цялата вода от езерото – за него това не е беда. Точно както постъпва и знаменитата свиня от баснята на Крилов, подкопаваща дъба в търсене на жълъди. И за тях, разбира се, е неразбираемо особеното състояние на душата, което възниква при вида на корените на вековния дъб или пустото езеро, при първите сутрешни слънчеви лъчи, когато се вдигне утринната мъгла.

Изкуство, наука, философия, религия – това са все висши безценни прояви на човешката природа, въпреки че всяка една от тях може да стане източник на печалба и предмет на търговия. Всички те са възникнали не изведнъж, а в хода на утвърждаване и усъвършенстване на човешката природа: от егоизма на човека, готов на всичко заради оцеляването и удовлетворяването на примитивните потребности, до самоотричането на привържениците на висши цели. Науката е най-късната проява на

човешкия гений, но е в същата категория на неговите ценности. Практическата полза от науката е повсеместна и очевидна, но висшата ѝ ценност е в друго: тя кардинално е изменила самосъзнанието на човека, неговата представа за обкръжаващия ни свят и разбирането за мястото и ролята си в нея. Науката е основата на съвременната цивилизация, но този факт не трябва да засенчва по-важното ѝ значение: тя е основата на съвременния светоглед. И в това си качество науката е подобна на религиозните преврати от миналото: будизъм, християнство, ислям.

Но за разлика от многобройните религии, които (въпреки общата им базова принципна основа) отразяват особеностите на националния характер, географското положение и историческото развитие на народите, науката е единна за всички, които населяват Земята. За разлика от религиите, които разделят народи и нации (както е известно, религиозните войни са били едни от най-жестоките и безпощадните), науката е способна да обедини народите, понеже нейните понятия са строго определени и лишени от национални и религиозни интерпретации. На прага на глобалната екологична криза необходимостта от такова обединение става все по-очевидна. Малко вероятно е, обаче, днес управляващите на съществуващите около 200 държави върху земното кълбо да пред лицето на общи беди да успеят да се договорят за съгласувани разумни действия без помощта на учените: това е единствената международна общност с обща система от понятия и ценности, за които научната истина е по-важна от моментните изгоди и приоритети за национален успех.

Преди около 500 хиляди години човекът е открил огъня и по такъв начин се е отделил от останалия животински свят. В дългата история на утвърждаване на човешкия вид 400-500 години наука не е повече от един ден. Никой не знае истинските причини за появяването на науката, но е ясно, че този феномен е тясно свързан с онзи “свободен живот” на човешката популация, който може да се проследи през последните петстотин години. Както е известно, в процеса на биологичната еволюция винаги възникват мутации, част от които изчезват доста бързо, но другата част се запазва дълбоко и се проявява само когато изменящите се външни условия заплашват да унищожат биологичния вид. Тази еволюция не е прекратена и днес, тя само е изменила своите форми: в продължение на хилядолетия човешкото тяло е останало практически без изменения, затова пък неговото съзнание се е изменило неузнаваемо. И, може би, науката е именно тази мутация в развитието на човешката общност, която ще я спаси от грозящите я катастрофи.

Да се предскаже бъдещето на науката е толкова трудно, колкото и светлото бъдеще на човечеството. Но и при всеки сценарий на нейното развитие една от първите задачи на науката днес е да обясни своите принципи и резултати на колкото се може повече хора, за да се предпазят придобитите знания от безгрижие и гибел. И главно: само на основата на науката може да се надяваме да предотвратим самоунищожението на човешката общност от силите, които тъкмо науката сама е създала. Затова всеки е длъжен да усвои нейните основи колкото се може по-рано – подобно на религиозните догми през изминалите епохи.

Два основни проблема стоят сега пред човешкото общество: проблемът за енергията и проблемът за запазване на обкръжаващата ни природа. От решаването на първия от тях зависи съдбата на съвременната ни цивилизация, от решението на втория – самото съществуване на човека. Тези два проблема са свързани помежду си и те не могат да бъдат решени без участието на науката в тях.

За поддържане на човешкия живот ежедневно на човек са му необходими около 2,5 килокалории или около 10^7 джаула енергия, т.е. средната мощност на човека е около 120 вата (мощността на ярка електрическа крушка). В продължение на хилядолетия тази енергия му е била достатъчна за да строи къщи, да отглежда и даже да воюва ... За сметка на енергията на вятъра, реките и домашните животни човек е увеличил мощността си до 0,5 кВт, а след изобретяването на машините днес неговата средна мощност до около 2 кВт – двайсет пъти по-голяма от онази, която получава от храната.

В началото на нашата ера Земята е била обитавана от 200-300 милиона души и в течение на хиляди години тази бройка не се е меняла съществено. Поради неизвестни нам космически причини в средата на второто хилядолетие населението на планетата започва бързо да расте: по време на Колумб и Коперник (около 1500 г.) на земята са живели 500 милиона човека, при Галилей (към 1600 г.) те стават 550 милиона, при Нютон (1700 г.) вече 650 милиона, а в началото на XIX век Уат и Фарадей са живели при 1 милиард съвременници. През последното столетие броят на обитателите на Земята се е удвоявал на всеки 40 – 50 години и при Планк, в началото на XX век те са били 1,6 милиарда, а в края на XX век – вече 6 милиарда. Не е трудно да се изчисли, че при такъв темп на размножаване на хората след още две хиляди години тяхната маса ще превишава масата на Земята. Ясно е, че тази перспектива е нереална, обаче още през средата на XXI век броят на хората на земята ще превишава 9 милиарда, а прогнозираната мощност на произвежданата енергия (около $3 \cdot 10^{13}$ Вт.) е сравнима с мощността на фотосинтеза и излъчването на земните недра ($3,2 \cdot 10^{13}$ Вт) и съставлява около 0,1% от мощността на потока слънчева енергия, която достига до повърхността на Земята (около $3 \cdot 10^{16}$ Вт). А това е доста близко до границата, след която се нарушава крехкото равновесие на природните процеси, от което зависи самото съществуване на човека. Мощта на човека, владеещ енергията, е нараснала толкова, че през последното столетие той се е превърнал в геологичен фактор, от който зависи бъдещето на нашата планета.

Всички произведени тук данни са резултат на многогодишни научни изследвания на физици, химици, биолози, метеоролози и учени от много други области на науката. Тези данни не са свързани с “иновации”, но именно от тях зависи по-нататъшната съдба на разумния живот на нашата планета. Съвременният модел на икономиката, насочен към максималното и бързо извличане на печалби, разрушава биосферата на Земята с нарастващи темпове и по този начин ускорява приближаването на екологичната криза. Неолитната революция и първите цивилизации на Средиземноморието оставиха след себе си обширни пустини. Научната революция и съвременната цивилизация имат възможността да опустошат цялото земно кълбо. Пред лицето на глобалното предиз-

викателство бледнеят всякакви политически амбиции и национални конфликти, но за съжаление това се разбира и приема сериозно само от нищожна част от информираната научна общност. Под натиска на идеологията на успеха и егоизма на пазарната икономика висшите постижения на човечеството – култура и наука, – са избутани в периферията на неговите интереси, а истинските ценности – любов, красота, състрадание – изглеждат старомодни. Приоритетът за свобода на личния избор и осветената от закона за конкуренция на индивиди и цели народи спомага малко за сплотяването пред факта на стремителната деградация на биосферата на Земята, а учените, които през последните десетилетия настойчиво обръщат внимание на растящата опасност, снизходително са наречени “паникьори”. А между другото времето за вземане на адекватни решения намалява все повече.

А съдбата на науката в Русия е специална история.

Съвременната наука се е зародила и укрепнала в Западна Европа, откъдето се разпространява по целият свят. Народите от Запада, възприели новото знание, далеч изпреварват в своето развитие процъфтяващите дотогава страни от Изтока. В Русия Западната наука навлиза заедно с реформите на Петър I и всъщност, достатъчно рано: “Математическите начала на натуралната философия” на Нютон все още не са публикувани, а в Русия вече са поканени братята Бернули. Леонард Ойлер прекарва в Русия почти целия си съзнателен живот, а Михаил Ломоносов, Петър Виноградов (изобретил руския порцелан) и много други са преминали в Европа “курс по усъвършенстване в науките”. Не са изминали и сто години и в Русия се появяват Пушкин, Глинка, Лобачевски, а към края на XIX век руската наука става напълно самостоятелна и дава на света цяло съзвездие от имена: Менделеев, Бутлеров, Столетов, Сеченов, Чебишев, Мечников, Павлов, Жуковски, и този списък може да бъде продължен дълго.

По време на революционните безредици Русия загубва много изтъкнати учени: достатъчно е да споменем Зворикин, Сикорски, Тимошенко, Ипатиев, Чичибабин, Леонтиев и стотици други известни имена. Но като цяло болшевиките продължават делото на Петър I: през 1918 г. е основан Ленинградският физтех (от тук впоследствие тръгва Курчатов), през 1920 г. е създадена Нижниновгородската лаборатория (радиолокация) и даже в разгара на гражданската война новата власт е насочвала червеноармейци в помощ на археологични разкопки. Освен това, съветската власт достига до поголовна грамотност на населението и на държавно ниво култивира уважение към знанието и науката. Закономерен резултат на тази политика са постиженията на нашите учени във всички области на знанието, а създаването на атомното оръжие и космическите полети извеждат Съветския Съюз в орбитата на водещите световни държави. (Известно е че след полета на първия изкуствен спътник на Земята през 1957 г., системата на образovanieto в САЩ е преразгледана с оглед на руския опит).

Реформите от 90-е години, когато финансирането на научните изследвания моментално бяха намалени 10-15 пъти, постави руската наука на границата на преживяване: някои емигрираха, много други се наеха на работа във фирми и банки, а други просто се озоваха в производството. Това, което става днес, не е нещо друго

освен систематично разрушение на образованието и науката, които бяха изградени в Русия в продължение на 300 години: от дългосрочните програми на правителствата изчезна самостоятелният раздел “наука”, зачеркнат е особенният статут на Държавните научни центрове, ликвидиран е отделът за фундаментални изследвания в структурата на Министерството на науката и образованието, разглобяват се за вторични суровини уникални физични установки, а изселеният в покрайнините на Москва Институт по история на естествознанието и техниката вече няколко години не може да намери помещения за пренасяне на своята уникална библиотека. В училищата математиката и естествените науки (физика, химия, биология) са сведени до минимум, системата на специализирани училища-пансиони, създадена благодарение на усилията на Колмогоров, Александров и други учени от техния ранг, е разрушена, престижът на учителите падна катастрофално, а заплатата на професор в знаменития Московски физико-технически институт днес е по-ниска от тази на банков чиновник. Да се определи всичко това иначе като национален позор и държавно престъпление е невъзможно. При днешното отношение на държавата към науката само след няколко години в Русия няма да останат ни учени, ни квалифицирани експерти, способни да различат истинското откритие от лъже-научните идеи, които днес се множат повсеместно. Следвайки този път, ние скоро ще се превърнем в “Горна Волта с ракети”, както до неотдавна определяха Русия нейни недоброжелатели.

Известно е, че мозъкът на човека загива след шест минути, ако се прекрати захранването му с кислород, а за да се създаде нов, се изискват 20-30 години. Остава само да се надяваме на чудо и да вярваме, че мозъкът на Русия все пак няма да загине. Въпреки че време и основания за такава вяра остават все по-малко.

сп. „Енергия”, № 9, 2006
Превод **Н. Ахабабян**

ГРАВИТАЦИОННА АСТРОНОМИЯ ЗА ПЪРВОКУРСНИЦИ Фантастичен разказ

Дейвид Блейр

Искам да започна този курс с кратък исторически преглед на гравитационната астрономия (ГА), започвайки със звездата Ета от съзвездие Кил през 2009 г. Вие ще бъдете по средата на научните си кариери, когато ударната вълна ще ни застигне и доброто разбиране на гравитационната астрономия ще бъде полезно за всеки даже и най-опосредствено свързан с „Проекта Щит“.

ООН определя 2009 като Международна година на астрономията в чест на четирисотната годишнина от първото наблюдение с телескоп на Галилей. Само пет години преди Галилей да открие кратерите на Луната и спътниците на Юпитер, Кеплер записва в дневника си появяването на свръхнова звезда. От този ден до 2009 г., за цялото време след изобретяването на телескопа, не е имало и един случай на избухване на свръхнова в нашата Галактика. Астрономите гледали на това като липса на късмет. Ако сте се родили през 1000-ната година, вие бихте видели две свръхнови по време на вашия живот; същия късмет бихте имали ако бяхте се родили през 1550 година. Но лошият късмет на липса на свръхнови за 400 години е нищо, ако го сравним с лошия късмет, породен от свръхновата Ета от Кил (ЕК). За Земята очакваната ударна вълна ще е събитие, което се случва веднаж на един милион години.

Но аз се отклонявам. Нека се съсредоточим върху гравитационната астрономия. Годишите преди появяването на свръхновата Ета от Кил са били години на мъчително до болка развитие на детекторите за регистриране на гравитационни вълни. Световната мрежа от детектори, която днес функционира автономно, е била в своя най-ранен стадий. Не е съществувал даже и детекторът в южното полукълбо. Ъгловата разделителна способност на детекторите (формула за която ще изведем още на следващата лекция) е била наистина кошмарна.

Свръхновата Ета от Кил постави тогавашната наука в много неловко положение. Въпреки че традиционните, използващи електромагнитни вълни, астрономи предсказваха избухването ѝ, от половин век никой не го забеляза, когато наистина се случи. Гравитационният сигнал от нея беше толкова различен от каквато и да е предсказвана вълнова форма, че е бил идентифициран месеци след събитието. Така най-важното астрономическо събитие в цялата човешка история – събитието, което както знаете, заплашва да сложи край на човешката раса – е било игнорирано с дни, докато няколко астрономи любители не забелязали промените в Ета Кил. Бедата била в това, че Ета Кил е много специална и много рядка звезда: единствена измежду 100 милиарда звезди, с маса повече от 100 пъти по-голяма от масата на нашето Слънце. Светлината

от нея е била закрита от мъглявина и гама проблясъкът, който съпътствал избухването, е осветил само един ъгъл на мъглявината.

Прецизното пресмятане на разстоянието до Ета от Кил е ключов момент за предсказването на удара, който както вие знаете се очаква през март на 2081-ва година. Както всички гравитационни сигнали, сигналът от Ета от Кил позволи изключително прецизно определяне на разстоянието, което е 7239 светлинни години. Вие бихте си помислили, че това е достатъчно далече и Земята е в безопасност. За да разберете защо не е, вие трябва да разбирате от геони и от силно нелинейно взаимодействие в суперсиметричната примкова квантова гравитация.

Геоните са открити теоретично от Джон Арчибалд Уилър през 1955 година. Те се гравитационно свързани обекти, формирани само от гравитационна енергия. Повечето астрофизици са вярвали, че те всъщност не могат да съществуват, въпреки тоталитарния принцип на Гел-Ман. Принципът гласи: *ако нещо не е забранено, то е задължително*. Геоните не са забранени от законите на физиката и следователно те трябва да съществуват там някъде във Вселената. Но Уилър не беше включил в анализа си гравитино-неутралиното взаимодействие. Това взаимодействие предизвиква силно полевите гравитационни вълнови фронтове да кондензират в геоноподобни мехури, които се разпространяват със скорост 99% от скоростта на светлината. В края на този курс, вие би трябвало да сте в състояние да изведете праговата амплитуда на гравитационната вълна, необходима за създаването на гравитино-неутралино геоните.

Годината 2009 прекъсна „сушата“ за свръхнови, но създаде великия „потоп“, който е на път да ни застигне. А за физиците тя прекъсна „сушата“ в нашето разбиране за Вселената. През 2009-та физиката е била дерайлирала като следствие от една непосилно комплицирана теория, наричана струнна теория. В това отношение струнната теория е подобна на теорията на Птолемей за слънчевата система, която е извадила от релси астрономията за повече от хилядолетие. И докато физиците използваха струнната теория в опитите си да разрешат видимата несъвместимост между квантовата механика и гравитацията, астрономите бяха измислили неща като „тъмна материя“ и „тъмна енергия“ в опитите си да обяснят по-бързото въртене на галактиките и космическото разширение. Физиката е била в състояние на истинска бъркотия. Ключ към великия синтез са станали данните за гравитационните вълни от 2009 г. Това, че общата теория на относителността (ОТО) престава да е валидна върху хоризонта на събитията на една черна дупка, днес изглежда очевидно, но за да го схване на Отулу са му били нужни 20 години.

Именно нелинейността на класическата обща теория на относителността е това, което причинява нестабилностите и превръща ударните фронтове в космически снаряди. Това е фундаменталната причина за катастрофата, която ще причини идващата ударна вълна и ваше задължение е да я разберете в най-пълни подробности. В края на този курс, аз ще очаквам от вас да сте в състояние да изведете структурата на гравитино-неутралино ударния фронт от данните за гравитационните вълни, а също така пиковата интензивност и времето на пристигане. За тази цел ще трябва да използвате

теорията за силното взаимодействие на Отулу. Вие ще трябва да разберете как скаларното поле предизвиква кохерентен разпад на ударната вълна, когато последната си взаимодейства с междувъздушната плазма. Вие ще трябва добре да познавате извънгаляктическите данни, които потвърдиха теорията, и да сте в състояние да демонстрирате как разпространяващите се гравитино-неутралино-геон кондензати обясняват както космическото разширение, така и въртенето на галактиките. Това ще е тест за вашето разбиране на великия синтез.

Липсата на други галактически цивилизации вероятно се дължи на неспособността им да разберат гравитино-неутралино геоните. Аз се надявам, че някой от вас ще продължи обучението си в тази важна област и ще постъпите на работа в „Проекта Щит“ и по този начин няма да позволите да ни сполети тяхната съдба.

* Дейвид Блейр е Директор на Австралийския международен център за Гравитационни изследвания към Университета на Западна Австралия, съосновател на Центъра за гравитационни открития (www.gdc.asn.au) и учен на годината за Западна Австралия. Идеята за настоящия разказ е възникнала от дискусиите, проведени в Centro de Estudios Científicos, Чили, и е публикуван в списание Nature на 1 януари, 2009 г.

Превод: О. Йорданов

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

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

НЯКОЛКО НОВИ СНИМКИ ОТ ЖИВОТА НА ПРОФ. ЕЛИСАВЕТА КАРАМИХАЙЛОВА

След като преди няколко години “Светът на физиката” (кн.4, 2008) помести снимка на проф. Е. Карамихайлова (1897-1968), в компанията на трима нобелови лауреати (изпратена ни от нашия колега Любо Младжов от родния музей на Е. Ръдърфорд от далечна Нова Зеландия), сега публикуваме няколко снимки от нейната младост. Тези снимки и други материали (снимки, картички с подробни описания от нейното битие) ни бяха предоставени от г-н Димитър Вачов, физик по образование (випуск 1957), останали в архива на майка му г-жа Мария Стайнова-Вачова, съученичка и приятелка на Елисавета Карамихайлова.



Фото 1.
Елисавета Карамихайлова (в средата) със сестра си Райна Витек (1899-1936) и брат си Иван Карамихайлов (1901-1960)



Фото 2.
Елисавета Карамихайлова със сестра си Райна на летуване в Халфцат, 1925 г.



Фото 3.
Елисавета Карамихайлова, 1927 г.

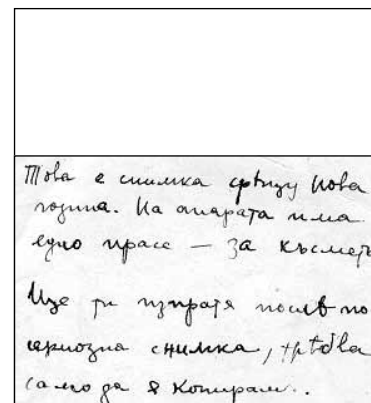


Фото 4.
Елисавета Карамихайлова в лабораторията на Радиевия институт на Австрийската академия на науките, Виена, 1934 г. Надпис на гърба на снимката: “Това е снимка срещу Нова година. На апарата има едно прасе – за късмет”.



Писмата на Е. Карамихайлова до съученичката й Мария Вачова всъщност са номерирани поредици от пощенски картички от местата, откъдето са прасани. Ще цитираме части от една от тях, свързана с професионалната й дейност.

Кембридж, 16.X.1935
Мила Миче,

Толкова са много новите впечатления, че просто не зная от де да започна. Да ти опиша може би първо обстановката, в която живея. Колежът лежи на 2,5 мили от града, взимам или автобус всеки 10 минути или ходя пеш. Живея на I етаж, има партер и мансарден етаж. Имам стая, спалня и една малка стая с мивка, гардероб, стенно шкафче. Има много чекмеджета, удобно писалище, голямо канапе и 2 кресла, етажерка за книгите и едно долапче за сервиз, кафе и др. В него всяка заран поставят едно канче мляко. На закуска има или порция кафе или чай два вида: индийски или китайски по избор с



Фото 5. Е. Карамихайлова в лабораторията Кавендиш, Кембридж, Англия, 1939 г.



Фото 6.
Е. Карамихайлова, Кембридж, 1937

мляко; преди това има овоцията. След туй иде едно ястие: каша или яйца и то по една гарнитура рохки и по една твърдо сварени за избор или риба или яйца пържени със сланина. Има винаги бял хляб два вида и 3 вида мармелад и мед. На обяд има два вида месо, 3 гарнитури, мешана салата; 2 вида сладко и сирене, масло, бял хляб. След това черно кафе сервирано в салона. Чай има и след обед със сандвичи, кекс и разни сладки.

Официалната вечеря почва със супа, 2 вида месо с две или три гарнитури и 2 вида сладко. Просто се тълчи човек. След вечеря има обичай един друг да се кани на кафе.

Ако някой се чувства болен донасят му яденето в стаята. Има и сестра мило-сердна, която иде да те види и лекува по-леки болести.

Има специална стая (изолирана) с пиано и освен това 2 други пиана, на които

може да свириш в известни часове. Градината – по-право, паркът – е чудесен. Още цъфтят прекрасни рози, а из храсталаците се крият безброй пойни птички.

До моята стая минава коминът на големият казан и е винаги топло – денонощно са отворени прозорците ми. Вече горе-долу се наредих. Сбърках дето не взех цял куфар с възглавници, килими и картини: всеки си донарежда по свой вкус стаята. Бях принудена да купя някои работи. Вече обиколих града. Има хубави магазини за един провинциален град... Дрехи и шапки много шик и евтини, има автомобили на вехто, просто бълва...

Как върви вашата? Направихте ли хубави екскурзии? Митко как е?

Сърдечен поздрав на мъжа ти и на Митко. Тебе целувам!

Твоя Лили



Фото 7. Girton College, Cambridge. На пресечната точка на двете стрелки е апартаментът на стажантката в колежа Е. Карамихайлова



Фото 8. Мостът пред Queen College, Кембридж

ГЕОРГИ НАДЖАКОВ И ГЪОТИНГЕНСКАТА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

И. Азманов, В. Вангелова

Кореспондентът на Българската телеграфна агенция в Благоевград Георги Жерев публикува преди 30 години едно подробно интервю с Георги Наджаков [1]. По това време аз бях директор на Окръжния Младежки дом, комсомолски активист и имах амбицията да покана за срещи с младежта на града и окръга видни личности на България. Родителите на Георги Наджаков са родени в Горна Джумая (Благоевград), преселили се в Дупница веднага след Руско-Турската освободителна война. И така Георги Наджаков се ражда през 1896 г. в Дупница. Баща му учи за медицински фелдшер и по-късно семейството се премества в Сапарева баня. Баща му загива по време на Балканската война във военно-полеви болница на армията.

В посоченото интервю Георги Наджаков споделя желанието си да посети родния град на родителите си и това беше причината да му телефонирам, за да го покана на гости в Младежкия дом за среща с гражданите на Благоевград. През пролетта на 1978 г. той се оказа извънредно зает и следваше да изчакаме есента когато след 15 септември 1979 г. започваха учебните занятия. В гимназията в Благоевград имаше няколко математически паралелки. Академик Наджаков пожела техните ученици да са неговите слушатели и да имат възможност да му задават специални въпроси. Заместник директорът на гимназията, Кирил Чимев, беше математик и така осъществихме заедно тази среща на академик Наджаков с посветилите се на математиката и физиката млади гимназисти.

Академик Г. Наджаков има много международни контакти, но сам се числи към Френската научна традиция и академизма на Германските физици. Наскоро се обърнахме с молба към настоящия президент на Гьотингенската академия на науките професор Д-р Херберт Ройски да ни предостави материали от довоенна Германия. Получихме копие от досието на Г. Наджаков по избирането му за член-кореспондент на Гьотингенската академия на науките през 1939 г. Текстовете основно са насочени към обсъждане на трудовете на Г. Наджаков, намиращи се в Гьотингенската академия на науките.

Първоначално следва да споменем, че през 1938 г. в Лайпциг, Наджаков е публикувал една експериментална работа върху фотоелектретите [2]. Тя е повод четирима германски физици да предложат на главния секретар на Гьотингенската академия на науките на 21 ноември 1939 г. „приемането на представителя на Софийския Университет със специалност физика, професор Наджаков, за член кореспондент на нашата Академия на науките” [3]. Следва оценка на работите на Г. Наджаков. Оказва се, че германските физици познават подробно и неговите публикации на български [4]. Те продължават: „свс своите експериментални изследвания, професор Наджаков изпъква в една сложна област, а именно електропроводимостта на изолатори. При

един на пръв поглед незначителен похват той допринесе съществено за подобряването на експерименталната техника и по този начин облекчи литературата от погрешни схващания. Неговата работа напомня начина, по който Рънтген започва в тази област, а именно, чрез едно обстойно изследване на статичните инструменти за чувствително измерване. Господин Наджаков взе в последно време участие и в дискусиата за естеството на латентната снимка върху фотографска плоча. Неговата мисъл показва с определена яснота, че проблемът на една латентна снимка, пригодена за химическа обработка, е различен от една латентна снимка, която може да бъде доказана с физически методи” [3]. „Господин Наджаков прояви изключително приятелско отношение спрямо Германия и се погрижи най-добрият негов сътрудник да получи възможност за специализация в Германия” [3]. Авторите обобщават: „С голямо удоволствие бихме приветствували възможността тази молба да бъде удовлетворена за приемане и на професор Странски за член-кореспондент. Със сигурност ще предизвика задоволство в Природо-научния факултет в София фактът, че двама млади сътрудници, отличаващи се с особена активност, са получили едновременно отличие от Академията в Гьотинген” [3].

Следващият документ от 1 декември 1939 г. е адресиран до министъра по наука, възпитание и народната просвета в Берлин. В него се удостоверява, че на 24 ноември 1939 г. единодушно са избрани професорът по физикохимия Д-р. И. Н. Странски и професорът по физика към Софийския университет Г. Наджаков за член-кореспонденти на Физико-математическия профил на Академията на науките в Гьотинген. Съобщава се, че на 28 ноември 1939 г. Д-р. Странски е изнесъл доклад в Гьотинген, а професор Наджаков преди година (1938) е изнесъл лекция в Гьотинген пред същият състав на физиците от тази Академия. В писмото си от 1 декември 1939 г. президентът на Гьотингенската Академия обобщава: „Професор Странски и Професор Наджаков са представители на близки дисциплини в един и същи университет и са напълно равностойни” [3]. В същият документ се съдържа следната формулировка: Едновременно признание на двамата би имало проектираното действие на признаване на Германско-Българска Академия” (!) [3].

Следващото писмо от Гьотингенската академия на науките до министъра в Берлин професор Д-р Фрей от 28 март 1940 г. свидетелствува, че изборът на двамата физици от Университета в София все още не е одобрен от министъра. Потвърждаването на избора на д-р И. Н. Странски и Г. Н. Наджаков за член-кореспонденти на Академията на науките в Гьотинген от министъра е освидетелствано с писмо от 28 май 1940 г. Друго писмо без дата изразява връчване на грамотата на Г. Наджаков, професор по физика към Софийския университет за член-кореспондент на Академията на науките в Гьотинген. Това писмо завършва с пожелания и надежди „вече изградената връзка между Вас и Академията да доведе в бъдеще до интензивна интелектуална обмяна”. Дипломата на Г. Наджаков за член-кореспондент на Академията на науките в Гьотинген е подписана от президента професор Д-р Фридрих Карл Дресшер-Каден и вицепрезидента професор Д-р Херман Кеес [6] на 10 юни 1940 г.

За атмосферата в Гьотинген намираме любопитни подробности от съветския физик Сергей Вавилов [7]. Академик Наджаков има две срещи със Сергей Вавилов (президент на АН на СССР между 1945 и 1951 г.) и два доклада за ролята му във физиката. Но в случая ни интересува характеристиката на Вавилов за учените в Германия по време на специализацията му през 1926 г. Сергей Вавилов описва Гьотинген като малък университетски град, признат за център на физическата мисъл не само на Германия, но и в Европа. Той сравнява шумния Берлин с провинциалния Гьотинген. В Берлин е събран целият „Олимп” на физиците на Германия – Алберт Айнщайн, Валтер Нернст, Макс Планк, Макс Лауе, Валтер Боте и много други. В Гьотинген, другият „Олимп” на физиците, са били Макс Борн, Джеймс Франк, Давид Хилберт, Виктор Вайскопф, В. Хайзенберг, Ханс Гайгер, П. Йордан, Джулиъс Опенхаймер, Волфганг Паули, Енрико Ферми и много други. Половината от тези учени през 1939 г. вече не са в Германия, разпиляни в Америка и в цяла Европа.

Проучването на състава, гласувал единодушно за двамата български физици е интересна тема, която тук няма да разглеждаме. Ще пропуснем и една голяма част от досието на Наджаков, която съдържа многобройни поздравителни телеграми по различни поводи. Друг любопитен момент от този период са връзките между България и Германия. Почти по същото време, когато е замислена „Германо-Българската академия” около 1939-1940 г. са създадени „Българо-Германски културен институт” и „Българо-Германски институт за земеделски изследвания”. Първата стъпка по създаването на „Българо-Германския институт за земеделски изследвания” е завършена през лятото на 1944 г. [8]. Впоследствие територията на този институт е предоставена на академик Георги Наджаков и ръководения от него голям колектив от физици. Днес Институтът по физика на твърдото тяло, носещ името на Академик Наджаков и многото други физически институти и лаборатории към БАН (бившият атомен център на бул. Цариградско шосе, № 72) се помещават в планираното някога опитно поле на „Българо-Германския земеделски изследователски институт” [9].

Прави впечатление пренебрежението към Георги Наджаков. Преди две години предложихме родният град на учения да се назове град „Наджаков” [10]. Ефект не последва. И не само това, за да се знае от всеки българин и млад и възрастен, и в чужбина, бе предложено да се отпечата пощенска марка с лика на Георги Наджаков, което също не стана. Попитах председателя на Българската академия на науките, академик Никола Съботинов, за бюджета който издържа българската наука днес. Този бюджет сега е катастрофално окастрен. И резултатът е потресаващ. Повече от стотина български учени вече напуснаха системата на БАН и търсят своето място по Европа и Америка поради ниското възнаграждение в нашата Академия. Пояснявам на председателя на БАН, че само 10% от дохода на ядрената ни промишленост би финансирал ТРИ академии като нашата. Нейното изграждане е принос на БАН и нейните учени към цялата държава, към Балканите и Европа! Питам го отново, как е възможно да не се утвърдят със специален закон „авторските права” върху приноса на българските учени и от икономическия им ефект 10% да финансират Българската наука. И отново

напомням длъжни сме да създадем със „специален закон” и стипендия за даровит студент на името на Г. Наджаков.

Литература

- [1] Жерев, Г., Пиринско дело, 28 януари 1978.
- [2] Nadjakoff G., Über eine neue Art non Elektreten: Photoelektretren, Physikalische Zeitschrift, Verlag von S. Hirzel in Leipzig (1938) 226-227
- [3] Персонално досие на професор Георги Наджаков в Архива на Академията на Науките на Гьотинген.
- [4] Наджаков Г., Върху един нов начин на перманентна поляризация при диелектриците. Един нов тип електрети: Фотоелектрети, Годишник на Софийския Университет, кн.1, ФМФ, (1937) 409 – 420.
- [5] Friedrich Karl Drescher-Kaden (1894-1988), специалист по минералогия и геология.
- [6] Hermann Kees (1886-1964), историк, египтолог, библиотекар на Академията на науките в Гьотинген през 1939 г.
- [7] Левшин, Л., Сергей Вавилов, Москва (1977) 166-170.
- [8] Azmanov, I., Development, functioning and research program of the Bulgarian – German research institute for agriculture in the period 1940-1944, XVIII-th International Congress of History of Science, 1st – 9th August 1989, Hamburg, Munich (1989)
- [9] Азманов, И., Професор Арнолд Шайбе и Българската наука, Природа (1990) 45-48.
- [10] Вяра, бр.17, 18 юли 2007 г.

И ФИЗИКЪТ-ТЕОРЕТИК МОЖЕ ДА Е ИЗОБРЕТАТЕЛ. ПРИНОСЪТ НА АКАД. ХРИСТО Я. ХРИСТОВ В ИЗОБРЕТАТЕЛСКОТО ДЕЛО (по случай 20 години от неговата кончина)

Крум Коленцов

Физиката в България през втората половина на XX век постига забележителни успехи както във фундаментални, така и в приложни направления. Освен това в края на 50-те години започва активна изобретателската дейност в различни области на приложната физика.

През този период акад. Христо Я. Христов провежда забележима дейност в областта на теоретичната физика с приноси в класическата и квантова механика, теорията на относителността, квантовата теория на полето и физика на елементарните частици.

Въпреки тази теоретична насоченост акад. Христо Я. Христов проявява интерес към експеримента в науката още в ученически години, когато си обзавежда малка лаборатория – работилница. Още в прогимназията се увлича в създаване на конструктивни разработки и провеждане на опити по химия. През 80-те години на XX век, когато изобретателското дело във физическата общност постигна забележими постижения, той също участва в провеждане на физически и инженерен експеримент. Провеждането на сондажна дейност в петролните находища около гр. Плевен потиква акад. Христо Я. Христов да бъде инициатор за създаване на изобретението **“Метод и устройство за определяне дълбочината на прихващане на сондажен лост”**. Изобретението може да намери приложение при аварийна ситуация в геологопроучвателното и добивното сондиране (фиг. 1).

Методът и устройството осигуряват висока точност на измерването при определен начин за определяне дълбочината на прихващането. Това се постига като в сондажния лост се спуска фиксиращ патрон посредством водеща жица до зоната на прихващане, след което се създава опънато усилие на сондажния лост и на водещата жица и се измерва удължението на двете. Дълбочината на прихващане на сондажния лост се определя като съотношение на произведението на дълбочината на спускане на фиксиращия патрон и удължаването на сондажния лост към разликата между удължаването на сондажния лост и удължаването на водещата жица. Устройството, с което се реализира методът, се състои от механизъм за създаване на опънато усилие, свързан към горния край на сондажния лост и от уред, разположен в непосредствена близост до лоста, с който уред се определя неговото линейно удължение. Устройството включва и разположен в сондажния лост фиксиращ патрон, свързан посредством водеща жица с воде-

(19) НАРОДНА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ		ОПИСАНИЕ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ по авторско свидетелство		(11) 32796
(61) Доп. към №		(62) Разд. от №		(351) Б 21 В 40/00
(21) Рег. № 50262		(22) Заявено на 31.12.80		
(46) Публикувано в бюлетин № 10 на 15.10.82				
(45) Отпечатано на 29.10.82				
(71) Заявител:		(72) Автор:		
Христо Янков Христов Тодор Стефанов Тодоров Тодор Нелев Тодоров Стефан Тодоров Бакърджиев Стефан Владимиров Раднев София				
(54) МЕТОД И УСТРОЙСТВО ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ ДЪЛБОЧИНАТА НА ПРИХВАЩАНЕ НА СОНДАЖЕН ЛОСТ				
Изобретението се отнася до метод и устройство за определяне дълбочината на прихващане на сондажен лост при аварийно положение при геологопроучвателното и добивното сондиране. Известен е метод за определяне дълбочината на прихващане на сондажен лост, състоящ се от неколккратно създаване на опъново усилие на сондажния лост и определяне на неговото удължаване, като резултатите се поставят във формула, в която са представени коефициент, отчитащ влиянието на конусните съединения и муфи, модулът на еластичност на сондажния лост, лицето на напречното сечение на щангите, стойностите на разтягащите усилия и удължаването на лоста от разликата между разтягащите усилия при две последователни измервания $/1/$. Недостатък на известния метод за определяне дълбочината на прихващане на сондажен лост са малката точност при определяне на търсената дълбочина предвид влиянието на редица променливи фактори и бавното определяне на търсената дълбочина поради необходимостта от извършване на редица измервания.				

Фиг. 1. Изобретение, чийто инициатор е акад. Христо Я. Христов с приоритет от 1980 г.

друг път е занимание, импулсирано от платоническия стремеж на човека към истината. Напротив, повече от всеки друг път тя е жизнена необходимост, основен лост, тласкащ живота напред”.

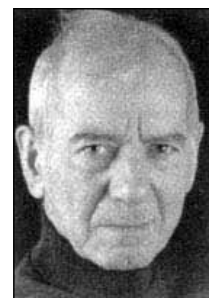
ща макар и посредством регулираща жица – с регулираща макар, като двете макар са разположени на повърхността до горния край на сондажния лост. Предимствата на устройството са от една страна отстраняване възможността от деформиране на сондажния лост, поради реализиране на по-малки и плавни опънови усилия и от друга страна бързото негово функциониране. Устройството е изготвено и експериментирано в Базата за развитие и внедряване по физика към Единния център по физика при БАН.

Във връзка с тази приложна изобретателска дейност на акад. Христо Я. Христов не може да не се припомни и неговото мисъл: “Съвременната физика по-малко от всеки

СИМПОЗИУМЪТ „КОРЕНИТЕ НА ФИЗИКАТА В ЕВРОПА”

Ганка Камишева

Физиката има стари традиции в Европа. Нейната история е предмет на дейността на редица институции на Стария континент. Това са Групите по история на физиката към *Европейското физическо дружество* (EP5)¹⁾ и към Английския Институт по физика (IOP)²⁾.



Новосъздаденият *Европейски център по история на физиката* „Ехофизика”³⁾ започна дейността си с провеждането на симпозиум по инициативата и под ръководството на *Д-р. Петер Мария Шустер*, председател на групата по история на физиката към EP8 (на снимката).

Симпозиумът бе проведен в дома на Виктор Франц Хес (24.06.1883 – 17.12.1964) [1], за чийто живот и откритие разказа внукът му⁴⁾. Виктор Хес е роден в замък Валдщайн, провинция Стиярия (Австрия), в семейството на кралски лесничей. Родителите му Винценс Хес и Серафине Едле фон Гросбауер-Валдстат го изпратили да учи гимназия (1893-1901) и Университет (1901-1905) в Грац. След като защитил докторат по физика той започнал работа във Виена. През 1908 г. за да подобри използването и добива на радиий (открит през 1898 г.) австрийският индустриалец Карл Купелвиер дари 500 000 австрийски крони за създаването на Институт за радиови изследвания. Институтът бил открит във Виена на 28 октомври 1910 г., две години преди създаването на Радиовия институт в Париж. По-късно подобни институти били създадени в Прага и в Санкт Петербург. Ключова роля за създаването на Радиовия институт във Виена имал Стефан Майер (27.04.1872 – 29.12.1949). Той работил (1897-1907) в Института по теоретична физика на Виенския университет като асистент на Лудвиг Болцман (20.02.1844 – 05.09.1906) до смъртта му. Съдбоносната му среща с Фридрих Оскар Гиезел, пионер в производството на радиий, довела до създаването на химическа инсталация за производство на радиий. С нейна помощ Майер започнал да произвежда и изпраща по куриер малки еталонирани проби (по 4 грама съгласно решението на Австрийската академия на науките от 1901 г.) на Кюри в Париж, на Ърнст Ръдърфорд (30.08.1871 – 19.10.1937) в Манчестър и на Уилям Рамзи (02.10.1852 – 23.07.1916) в Лондон, с което се превърнал в ключова фигура за радиоактивните изследвания в Европа по това време. Майер бил избран за професор през 1909 г. и изпълнителен директор на Института за радиови изследвания след създаването му. Той взел за свой асистент в Института за радиови изследвания при Виенската академия на науките Виктор Хес (1910-1920), който две години по-късно докладвал за съществуването на извънземна или както по-късно била наречена „космическа радиация” [2].

След откриването на радиоактивността от Антоан Анри Бекерел (15.12.1852 - 25.08.1908) през 1896 г. учените смятали, че йонизацията на въздуха се причинява от излъчването на радиоактивни елементи в земната кора или радиоактивни газове (изотопи на радона). Измерванията на степента на йонизация през първото десетилетие на 20 век показали намалението ѝ във височина, което се дължало на поглъщане на йонизиращата радиация от въздуха. През 1910 г. с усъвършенстван от него електрометър (уред за измерване количеството на създадените йони) Теодор Вулф регистрирал по-висока йонизация на върха отколкото в основата на Айфеловата кула. Статията му била посрещната с недоверие във *Physicalische Zeitschrift*. През 1912 г. Доменико Пачини (1878-1934) наблюдавал подобни промени в степента на йонизация на брега и в морето. Пачини заключил, че част от йонизацията се дължи на източник, различен от радиоактивността на земята или въздуха [3]. Идеята за съществуването на космическа радиация била изказана за пръв път през 1901 г. от английския физик Чарлс Уилсън (1869-1959) и била доказана с опитите на Хес.

През 1912 г. Виктор Хес построил три пъти по-точен електрометър от Вулф. Издигнал го с балон на височина 5350 метра и открил че степента на йонизация нараства приблизително четири пъти над степента ѝ на земно ниво. Откритието на Виктор Хес положило основите на нова област на изследвания – физика на космическите лъчи. Последвалите многобройни опити показали, че йонизацията на въздуха се дължи на бомбардирането му с бързи частици с огромна енергия. Откритието на Хес дало възможност да се изучават продуктите на ядрени реакции и взаимодействията между елементарните частици. Роберт Андрюс Миликън нарекъл радиацията, която причинява йонизацията на въздуха „космически лъчи“ (1925).

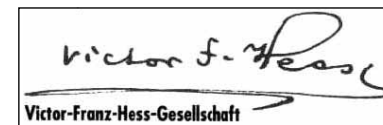
През 1920 г. Виктор Хес бил избран за извънреден професор по експериментална физика в Университета в Грац. От 1921 до 1923 г. той работил в Америка, където ръководел създаването на изследователска лаборатория към Радиевата Корпорация в Ню Джърси и бил консултант – физик в Дирекцията за мините към Американското министерство на вътрешните работи във Вашингтон. След завръщането си в Австрия бил избран за редовен професор по експериментална физика в Университета в Грац (1925).

От 1931 до 1938 г. Виктор Хес бил назначен за професор и пръв директор на новосъздадения Институт по Радиология при Университета в Инсбрук. Той оборудвал близка високопланинска станция с надморска височина 2300 метра и продължил да изучава космическите лъчи⁵). Виктор Хес бил женен за еврейка. През 1938 г. той емигрирал със семейството си в Америка, получил американско гражданство (1944) и до пенсионирането си през 1956 г. бил професор във Фордхъмския университет в Ню Йорк. Починал в Ню Йорк на 81-годишна възраст.

Днес наследниците на Виктор Хес са увековечили името му. През 2007 г. в Грац австрийски и международно признати учени положили основите на научния съвет на *Дружество „Виктор Франц Хес“*⁶

В създадения Мемориален център е показана колекция от оригинално физическо

оборудване, демонстрационни апарати, литература и ръкописи, които свидетелстват за съществуването на стара традиция в областта на физиката в Австрийската империя. Учредена е награда в негова чест. Дружеството „Виктор Ф. Хес“ бе сред спонсорите на симпозиума, които са показани в края на статията.



Под мотото „Корените на физиката в Европа“ на симпозиума бяха изнесени над 30 доклада от известни специалисти по история на физиката от 16 страни: Австрия (18), Англия (2), Ирландия (1), Германия (2), Италия (2), Франция (1), Швеция (1), Швейцария (1), Финландия (1), Полша (1), Гърция (1), Латвия (1), Словакия (1), Хърватска (1), България (1) и САЩ (1). Докладите представиха голям брой изворови проучвания и решения в областта на музейното дело и преподаването по история на физиката. Водена от мисълта, че зад модерните концепции стои древна история⁷) ще разкаже накратко за най-интересните доклади [4], чийто автори са дадени в моите бележки.

Втечняването на газовете има сто и два десет годишна история⁸). Тя започва с амоняка, който бил втечнен при стайна температура от холандския учен Мартинус Ван Марум (20.03.1750 – 26.12.1837) през 1790-те години и завършва с втечняването на хелия от немския учен Хейке Камерлинг Онес (21.09.1853 – 21.02.1926) през 1908 г. Музеят на Ягелонския университет⁹) пази доказателства за приноса на полските физици във втечняването на газовете. През 1883 г. в Краков били наблюдавани за пръв път минискуси на течен кислород и азот в стабилно състояние.

Теоретичната и експерименталната спектроскопия, допринесли за изясняване физиката на северното сияние (1880-1930)¹⁰) и за откриване на планетни системи¹¹). Първата теоретична работа, предсказала ефектите върху светлината от далечна звезда, около която има планета, била публикувана през 1904 г. Едва през 30-те години на 20 век в Гьотингенския университет експериментално били идентифицирани газове в атмосферата на Юпитер. С развитието на летателната техника през октомври 1948 г. бил изведен извън земната атмосфера първият спектрографски апарат. Инфрачервената спектроскопия била използвана за определянето на температура, откриването на водни пари и озон в атмосферата за пръв път през 1969 г.

Историята на радиоактивността и ядрената физика във Финландия¹²) започва с разпространението на основни знания за алфа, бета и гама лъчите сред преподавателския състав и студентите по физика. За пръв път експериментално била измерена радиоактивността в околностите на Хелзинки в една дипломна работа (1906). През 1910 г. бил изнесен курс по лабораторна техника в областта на радиоактивността, а след закупуването на лабораторно оборудване Университетът в Хелзинки започнал редовно да измерва радиоактивността на водата от 27 извора¹³).

По запазените ръкописи и апарати на Лорд Рейли (Джон Уилям Страт)¹⁴) била проучена частната му лаборатория в Есекс. В нея той изследвал електромагнитни явления, звук, механика, хидродинамика, оптика, вибрации – всичко което днес наричаме класическа физика. Най-известен е трудът му, който обяснява синия цвят на

небето с разсейването на светлината от малки частици (1871). Книгата му „*Теорията на звука*” (1877-1878) днес е класика за инженерите по акустика. Изследванията му върху дифракционната решетка довели до създаване правилата на Рейли в оптиката. Като професор по експериментална физика в Кеймбридж (1879 – 1884) Лорд Рейли поставил началото на електрическите стандарти и изобретил диск за измерване интензитета на звуковите вълни. Законът на Рейли, усъвършенстван от Джинс, описал спектъра на излъчване на черно тяло при вълни с голяма дължина. За откриването на аргона Лорд Рейли получил Нобелова награда през 1904 г.

Акценти в развитието на италианската физика между двете световни войни поставили Еторе Майорана (05.08.1906 – 27.03.1938), Джилберто Бернардни (20.08.1906 – 1995) и Енрико Ферми (29.09.1901 – 28.11.1954) [5] в областта на теоретичната и експерименталната ядрена физика¹⁵) и Бруно Роси (13.04.1905 – 21.11.1993), създал школа по космически лъчи¹⁶) в Италия.

Нови биографични данни бяха изнесени за изобретателя на „*машината на времето*” (в кинематографията) Август Мусгер¹⁷) (10.02.1868 – 30.10.1929). Експериментите на Петер Салчер (10.08.1848 – 04.10.1928)¹⁸) поставили началото на свръхзвуковата аеродинамика, а научно-приложните изследвания на Роберт фон Лиебен (05.09.1878 – 20.02.1913) станали основа на съвременната електроника¹⁹). Показани бяха малко известни факти за Лудвиг Болцман (20.02.1844 – 05.09.1906) като експериментатор²⁰) и дейността му в Америка²¹) през 1905 г.

Богатите архиви и библиотеката на Роберт Вилхелм Бунзен (30.03.1811 – 16.08.1899)²²) съдържат ценни образци от областите неорганична и органична химия, спектроскопия, астрономия, геология, минералогия, физиология, география и наука за ледниците. Показани бяха неизвестни изследвания на Роберт Бунзен върху състава на вулканичните газове и фотометрични измервания на слънчевия интензитет.

Опирайки се на кореспонденция, ръкописи и публикации на Ампер, както и на хронологията в историята на електричеството²³) историците на физиката във Франция са пресъздали опитите на Ампер (<http://ampere.cnrs.fr/labo/index.php>).

Показани бяха корените на физиката в Литва, които са силно преплетени с историята на Вилнюския университет²⁴). От създаването му през 1579 г. до реформите през 1773 г. физиката била преподавана върху основата на учението на Аристотел като философия на природата. След създаването на физическа лаборатория (1752) и астрономическа обсерватория (1753) започнало четенето на самостоятелен курс по физика (1775). През 1830 г. университетът във Вилнюс бил затворен и възстановен отново в Република Литва от 1922 г. В рамките на СССР били създадени Институт по математика и физика (1956) и Литовско физическо дружество (1963), което започнало да издава списанията *Lithuanian Journal of Physics* (1961) и *News of Physics*.

Запознахме се с образователните аспекти на историята на физиката. В Република Хърватска историята на физиката започва да се преподава в началното училище и продължава до университета²⁵). В Словакия²⁶) през периода от 1990 до 2010 г. историята на физиката е включена в университетското обучение по хуманитарни дисциплини и по физика.

Показана бе историята на Физическия институт в Инсбрук (1906-1926)²⁷), календарите през вековете²⁸), първото безжично предаване на музика²⁹) през 1904 г., физиката на взрива и ударната вълна³⁰), преподаването на модерната физика в университета в Грац³¹) през 18 век и развитието на Физическия му институт през 19 век³²). Възхитително бяха поднесени заниманията с изкуство, архитектура и история³³).

Швейцарското физическо дружество има 100 годишна история. Създадено през 1908 г. днес то наброява 1200 члена и има секция по история на физиката³⁴).

Проучването в Нобеловите архиви³⁵) по физика разкри подробности около решението за разделянето на Нобеловата награда през 1936 г. между Карл Д. Андерсън (открил експериментално позитрона) и Виктор Ф. Хес (открил космическите лъчи).

Институтът за радиови изследвания, създаден от Виенската Академия на науките загубил своя академичен статут през 1987 г. През 2000 г. той бил преименуван в Университетски институт за изотопни изследвания и ядрена физика и преместен в друга сграда (2004). Богатата му колекция от инструменти³⁶) била пренесена в замъка Пьоелау близо до Хартберг, Австрия през пролетта на 2010 г. Днес тя е основна част от колекцията и експозицията на Музея към Европейския център по история на физиката „Ехофизика”, който бе официално открит с изложбата „Радиация и човечество” на 29 май 2010 г.

Исказвам благодарността си на проф. Н. Балабанов за направените препоръки, които до голяма степен бяха взети под внимание.

Бележки

- 1) European Physical Society History of Physics Group (<http://history.epsdivisions.org>)
- 2) Institute of Physics History of Physics Group (<http://www.iop.org/activity/groups/subject/hp/index.html>)
- 3) Echophysics European Centre for the History of Physics, Pollau, Austria (<http://www.echophysics.org>)
- 4) Bill Breisky, MA, USA
- 5) д-р Елисавета Карамихайлова полага основите на изследванията по космически лъчи в България след избирането ѝ за доцент по специална физика в Софийския Университет през 1939 г.
- 6) Victor Franz Hess Society (<http://victorfress.org>)
- 7) Max E. Lippitsch and Sonja Draxler, Karl Franzens University of Graz, Austria
- 8) Peter Ford, University of Bath, IOP/History Group President, UK
- 9) Maciej Kluza, Jagiellonian University Museum, Cracow, Poland
- 10) Helge Kragh, University of Aarhus, Denmark
- 11) Bruno P. Besser, Space Research Institute of the Austrian Academy of Sciences, Graz, Austria
- 12) Peter Holmberg, University of Helsinki, Finland
- 13) След 1906 г. Петър Пенчев, асистент по физика в Софийския университет също измервал

радиоактивността на минерални извори. С този си труд той се хабилитира (1914-1919) и въвежда първия в България курс по радиоактивност. (1919-1937).

- 14) Edward Arthur Davis, University of Cambridge, UK
- 15) Giulio Peruzzi, University of Padua, Italy
- 16) Sofia Talas, University of Padua, Italy
- 17) Adi Hohenester, Karl Franzens University of Graz, Austria
- 18) Günther Salcher, Karl Franzens University of Graz, Austria
- 19) Franz Rupert Pichler, Johannes Kepler University of Linz, Austria
- 20) Heinz Krenn, Karl Franzens University of Graz, Austria
- 21) Walter Kutschera, University of Vienna, Austria
- 22) Rudolf Werner Soukup, Vienna University of Technology, Austria
- 23) Christine Blondel, CRHST/Centre Alexandre-Koyre, Paris, France
- 24) Rasa Kivilišienė (presented by Olga Rancova), University of Vilnius, Lithuania
- 25) Rajka Jurdana-Sepić, University of Rijeka, Croatia
- 26) Juraj Sebesta, Comenius University of Bratislava, Slovakia
- 27) Armin Denoth, University of Innsbruck, Austria
- 28) Sonja Draxler and Max E. Lippitsch, Karl Franzens University of Graz, Austria
- 29) Helmut Jäger, Graz University of Technology, Austria
- 30) Peter Krehl, Ernst Mach Institute of the Fraunhofer Society, Freiburg, Germany
- 31) Cornelia Faustmann, University of Vienna, Austria
- 32) Petra Granitzer, Karl Franzens University of Graz, Austria
- 33) Denis Weaire, Trinity College Dublin, Ireland
- 34) Christophe Rossel, Swiss Physical Society, IBM Research GmbH Zürich, Switzerland
- 35) Karl Grandin, Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, Sweden
- 36) Brigitte Strohmaier, University of Vienna, Austria

Използвана литература

- [1] Храмов, Ю., Физична. биографична енциклопедия, Изд. Наука и изкуство, София (1980) 389.
- [2] Hess. V. F., Über Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei sieben Freiballonfahrt, Physikalische Zeitschrift, **13** (1912) 1084-1091.
- [3] <http://nobelprize.org>.
- [4] Schuster, P. M., The Roots of Physics in Europe, Symposium Programme, May 28 – 29 (2010) Pöllau, Austria.
- [5] Уилчек, Ф., Ферми и изясняването на природата на материята, Светът на физиката, 1 (2003) 21-37.

В ПАМЕТ НА ПРОФ. Д-Р ПАРАСКЕВА СИМОВА (1920-2010)

За огромно наше съжаление, много скоро след като отбелязахме 90-годишнината на проф. Симова, която тя посрещна в прекрасно здраве и дух, сме принудени с дълбока скръб да съобщим за нейната внезапна кончина в средата на 2010 г., в резултат на скоротечно, тежко заболяване.

Ние до такава степен бяхме свикнали с нейната неизменна жизненост, подвижност, отзивчивост и непокътнати интелектуални способности, че просто не можехме да повярваме на този бърз край.

Целият ѝ живот беше един подвиг. Изключително интензивната дейност по изграждане на верига спектроскопични лаборатории – научни и производствени – из цялата страна бе съчетана с организиране и провеждане на високостойностни научни изследвания в институтите на БАН и създаване на редица модерни научни направления. Това беше съчетано с лекционна дейност във Физическия факултет на Софийския университет и организиране на международни семинари и конференции по спектроскопия. В резултат на това в България бяха създадени научна школа и няколко поколения учени по спектроскопия на високо ниво. Проф. Симова имаше широк поглед в науката, но се интересуваше и от подробности. Няма никакво съмнение, че тя заслужава титлата основоположник на спектроскопичната наука и практика в България. Едновременно с това проф. Симова провеждаше активна обществена дейност, която поглъщаше много усилия и нерви. И накрая, но съвсем не на последно място е фактът, че проф. Симова успяваше да се грижи и съвсем сама да отгледа двамата си сина, а впоследствие активно да участва в отглеждането на много внуци и правнуци.

Проф. Симова понесе много тежки удари от живота но те, както и дългогодишното огромно напрежение и тежки усилия не оставяха следа върху нейното физическо и психическо състояние и тя неизменно запазваше своята бодрост и жизнелюбие. За нея в най-пълна степен важаха думите: всички нещастия и изпитания, които не ме убиват, ме правят още по-силен.

Проф. Симова умееше да създава специфична атмосфера около себе си. Тя беше силна по дух, но никога високомерна. Научи по-младите не само на физика, но и на колегиалност. С нея можеше да се разговаря за всичко, както за наука така и за лични проблеми. Колегите я помнят блага и замислена, но и гневна, строга и сърдита. В лабораторията по Оптика и спектроскопия в ИФТТ тя беше обединяващ фактор до последната си година, защото макар и на 90, тя живо се интересуваше от събитията в Института, в БАН, от темите, по които се работи, и от съдбите на хората. Винаги се намираха много теми на разговор и срещите бяха приятни.

Няма никога да те забравим. Ти остави ярка следа в живота ни и в цяла една епоха от развитието на науката в България, с всичките ѝ противоречиви и разнопосочни импулси, успехи и влияния.

Почивай в мир. Ти изживя един достоен и пълноценен живот.

проф. дфмн ВЛАДИМИР ГЕОРГИЕВ ШКОДРОВ (1930-2010)

Владимир Шкодров е роден на 10.02.1930 г. в община Лом. Завършва ВМГТИ в София и започва работа в Секция по Астрономия при БАН, Работи в областта на наблюдение на Изкуствени спътници на Земята и защитава две дисертации, свързани с изследвания в това направление – в Института по теоретична астрономия, Ленинград, и в Московския Университет. След изграждането на Националната астрономическа обсерватория на Рожен, под негово ръководство и активно участие, започна изследване на динамиката и физиката на малки тела от Слънчевата система. Съоткривател е на над 100 нови малки планети и на първата на територията на Европа фотография на Халеевата комета. За заслугите му в изследване на Слънчевата система, американски колеги наричат малка планета на негово име. Освен изследвания на динамичните процеси от Слънчевата система, той изучава тези процеси и при тесни двойни звезди. В тях той разработва идеите от докторската си дисертация за прилагане на математическия апарат на квантовата механика при представяне на гравитационния потенциал на небесните тела. Резултатите му са изложени в две монографии. Научната му изследвания са представени в над 200 публикации в страната и чужбина, цитирани над 600 пъти. Проф. Шкодров разви широки международни контакти като член на Международния астрономически съюз (МАС), КОСПАР и на Американското планетно дружество.

Проф. Шкодров имаше задълбочени изследвания в областта на историята на науката. Той проследява пренасянето на идеите на Аристотел от древна Гърция във Византия и България през ранното средновековие, а по-късно от тук към Западна Европа и най-вече в Южна Франция и Парижкия университет чрез еретичните движения, възникнали на Балканския полуостров. Част от тези изследвания са изложени в третата му монография. Под печат е последната му книга “Етюди по история на астрономията”.

Проф. Шкодров развива активна преподавателска дейност и е бил ръководител на 10 докторанти и 17 дипломанти. Заемал е различни административно – управленчески постове: ръководител на Първата станция за наблюдение на Изкуствени спътници на Земята у нас, ръководител на Сектор “Слънчева система” към Института по астрономия; председател на Научния съвет на Института по астрономия, Ректор на Университета “Епископ Константин Преславски” – Шумен, заместник председател на научната комисия по Физика при Висшата атестационна комисия; директор на Института по астрономия – БАН, член на Президиума на ВАК; Председател на националния комитет по Астрономия, народен представител в 37-о Народно събрание и член на парламентарната комисия по образование и наука; Ректор на Центъра за обучение при БАН, член на Управителния съвет на БАН; член на ръководството на БАН. За многостранната си и активна дейност той получи високи награди и отличия, като орден “Стара планина I степен”, “Проф. Марин Дринов” с лента; “Доктор Хонорис Кауза” на Шуменския Университет и “, почетен гражданин” на град Шумен.

СФБ

МАТЕМАТИКАТА КАТО МЕТАФОРА. МАНИН И ДАЙСЪН*

Ю.И. Манин
Математика как метафора
Изд. МЦНМО
Москва 2008, 400 с.

Mathematics as Metaphor
Selected essays by Yuri I. Manin
with a Foreword by Freeman Dyson
AMS, Providence, R. I. 2007, 234 p.

“Математиката, прекрасен занаят, с който се занимавах цял живот, служи тук не само като повод за нематематични размишления, но и като метафора за човешкото съществуване. Тези думи не трябва да се разбират езотерично. Математиците от всяко поколение са малко на брой и те често общуват над главите на своите съвременници, през десетилетия и столетия, както това правят поети, музиканти, философи.

Отделните хора компенсират по различен начин чувството на самота на бегача на дълги разстояния, което съпровожда подобен живот. Аз от детство четях – много и безсистемно.“ (5)¹

Така, още от първото есе, „Доказателство за съществуване (вместо предговор)“, авторът ни въвежда както в своя свят, така и в своя стил: лаконичен, приповдигнат, изискващ внимание.

Юрий Манин (роден в Симферопол, 1937) е ученик на Игор Шафаревич и учител на повече от 40 докторанти, между които Михаил Капранов, Александър Бейлинсон, Иван Чередник, Владимир Дринфелд, Дмитрий Лейтес и българският математик Иван Пенков (сега в Бремен). Работи в математическите институти „В.А. Стеклов“ в Москва (1960-1993), „Макс Планк“ в Бон (1993-2005 – и досега) и в Северозападния университет в Евънстън, Илиной (от 2002); пръв лауреат на наградата Немерс (1994) и носител на Канторов медал (2002).

* Съвместна публикация с „Литературен вестник”.

¹ Цифрите в скоби, без посочване на източника, дават страниците на руското издание на книгата. Не може да се каже, че английското издание е превод на (излязлото малко по-късно) руско, защото част от статиите са писани от автора на английски; двете книги не съвпадат и по съдържанието си: разделът „Из ненаписанного“ от руското издание отсъства в английското; интервютата в края на двете книги са различни.



Манин е склонен към самоанализ. Няма да изпускаме случай, да характеризираме всяка от четирите части на руската книга с негови собствени думи – точни и изразителни.

1. Математика и култура. Гьодел и Кантор

Аз съм емоционален платонист.²

Основен мотив на първата част, която носи името на книгата, е връзката между алгебра, логика и език. Из предговора: „Силогизмите на Аристотел се оказаха също такъв зародиш на теорията на езика на науката, както откритията на питагорейците – зародиш на теоретичната физика. Бавно, през схоластите, Лайбниц, Бул, Гьодел, фон Нойман, ..., беше осъзнато, че текстовете на езика на науката, могат да се третират като цели числа.“ (6)

В първата статия, „Математика и култура“ (писана на английски за тритомник със същото заглавие), след като привежда за приличие възгледа за математиката като „човешка дейност, с корени в реалността“ (15), авторът рисува „грандиозната картина на великия Замък на Математиката, който се възвишава в платоновия свят на идеите... Ние скромно и предано го изследваме (а не конструираме)... Този, който предпочита да изрази същата мисъл чрез семиотична метафора, би могъл да каже, че математиката е прототекст, чието съществуване само се постулира, но който въпреки това лежи в основата на изкривените и фрагментарни копия, с които сме обречени да имаме работа. За личността на автора на прототекста (или строителя на Замъка) могат да се правят догадки, но Георг Кантор, със своето видение на безкрайност от безкрайности, пряко вдъхновено от Бога, и Курт Гьодел, със своето „онтологично доказателство“, изглежда не са изпитвали съмнения по този въпрос.“ (16) Но обществото храни и уважава математиците не затова. Статията завършва с два епизода от живота на един от най-интелигентните математици на 20-и век, Джон фон Нойман (Будапеща, 1903 – Вашингтон, 1957), известен със своите приноси в теория на множествата, в теорията на операторните алгебри, в математичните основи на квантовата механика, в ергодичната теория, в архитектурата на компютрите, в принципа на имплозия при атомната бомба... Първият, от началото на неговата кариера, е пример на абстрактно, съзерцателно мислене. *Вселената на фон Нойман* се състои от множества, чиито елементи са също множества. Тя се строи от философския вакуум; първите й елементи са $\emptyset$ (празното множество), $\{\emptyset\}$ (едноелементно множество, единственият елемент на което е празното множество) и т. н. – пестеливите фигурни скобки дават възможност да се строят нови множества от вече съществуващите. Итерацията може да бъде и трансфинитна (по Кантор). „Трудно е да си представим по-чист обект за съзерцание от тази тиха и могъща йерархия.“ Вторият епизод е пример на действие на зрелия фон Нойман: по време на Втората световна той изследва отражението на наклонени ударни вълни и стига до извода, че е по-ефикасно големите бомби да се

² Из интервю на Юри Манин с Михаил Гелфанд (Троицкий вариант 13N, 30.09.2008).

взривяват не на земята, а на значителна височина. За това свое откритие, използвано при взривяване на атомната бомба над Хирошима, фон Нойман е награден, през 1946, с медал от президента Труман (47-49). Така откликва Манин на зададения от неговия англо-американски колега и връстник Д. Мъмфорд риторичен въпрос, поставен като мото на статията: „Как така можем от една страна да се гордеем, че сме построили прекрасен свят, напълно ограден от реалността, а от друга да твърдим, че нашите идеи лежат в основата едва ли не на всички значителни постижения на техниката?“ (15)

Името на Курт Гьодел³ фигурира многократно в този раздел. В есето „Истина, строгост и здрав смисъл“, най-напред публикувано на английски, (с. 75-91) Манин привежда без коментар онтологичното доказателство на Гьодел за съществуването на Бога (87-88). Специална статия (92-109, първоначално публикувана в списание Природа, 1975), посветена на теоремата на Гьодел, може да служи като сериозен увод към това популярно, но не лесно за разбиране твърдение. Тя завършва с малко импресионистично изложение на красив резултат на С. Феферман (главен редактор на съчиненията на Гьодел) с ефектен, характерен за стила на Манин финал: „за постигане на пълната истина в аритметиката ни остава да извършим трансфинитна поредица от актове на вяра, че предшествуващите актове на вяра не са били заблуждение.“ (108) Авторът привежда като епилог думите на поета: „*Мысль изреченная есть ложь*“ (*Изказаната мисъл е лъжа*, Ф. Тютчев, 1803-1873) (109).

На предшественика на Гьодел, създателят на теорията на множествата, Георг Кантор (роден в Петербург, 1845, и починал в психиатричната болница в Хале, 1918), е посветена друга статия *Георг Кантор и неговото наследство* (110-124, писана на английски). Грях би било да се опитвам да резюмирам тази лаконична и изящно написана статия. Ще приведа няколко реда от едно авторско отстъпление, озаглавено „*Математиката и обществото на постмодернизма*“: „Още докато Кантор е жив, неговите идеи се възприемат като ново течение в изкуството, а не като нова научна теория. Отношението към него е силно емоционално; то варира от пълно отрицание („развратител на младежта“ у Кронекер) до най-възвишени похвали (речта на Хилберт в защита на „канторовия рай“). Впрочем, и в двете изказвания присъствуват нюанси, които снижават до известна степен техния градус...: Кронекер неявно уподобява Кантор на Сократ, а Хилберт намежда с лека ирония за убеждението на Кантор, че неговата теория на множествата е боговдъхновена.“ (121-122).

2. Математика и физика

Ние почнахме да се учим от физиците в по-голяма степен, отколкото те от нас.²

Статията, чието заглавие носи втората част, беше излязла най-напред (през 1979) като малка книжка, скоро преведена на много езици, включително и на български. Ще

³ За Kurt Goedel (1906-1978) виж Светът на физиката XXX:1 (2007) 25-51.

цитирам из отзива на Дайсън⁴ [D] за английския превод (Birkhäuser, Boston 1981): „Почти всяка от стоте малки страници съдържа изречение, което заслужава да бъде цитирано: *Жироскопът, който направлява ракетата, е посланик от 6-мерния симплектичен свят в тримерния; в неговия собствен свят поведението му изглежда просто и естествено... Образът на платоновата пещера ми се струва най-добрата метафора за съвременното научно знание; ние виждаме само сенките... В свят от светлина няма нито точки нито моменти време; изтъкваният от светлина живее никъде и никога; само поезията и математиката са способни да говорят смислено за такива неща...* Книгата на Манин се съпротивлява на резюмиране; вече е стъпила в своя малък обем достатъчно идеи, за да запълнят дузина такива книги с обикновена плътност. Като се опитвам да предам нещо накратко, се хващам, че избирам изречения за пряко цитиране.“ Ще добавя няколко цитата по свой избор: „Математикът би представил движението на планетите в Слънчевата система като токови линии на несвиваема течност в 54-мерно фазово пространство, чийто обем се дава с мярката на Лиувил. Нужно е волево усилие от страна на читателя, за да види в математиката възпитател на образно мислене... Да мислиш – значи да смяташ, вълнувайки се... Проблемът за безумна идея е проблем на избор, не на пораждаване... Най-голямото откритие във физиката [през 60-те години] са комплексните числа.“ (138) „Точките на нашия 4-мерен Свят ... са маркирани от събития, които се случват с масивна материя. Може би и масата, и пространство-времето са резултат от спонтанно нарушение на симетрията на основните закони.“ (188) Книжката-статия завършва с мисъл, която е лейтмотив за цялата втора част на книгата: „Забележително е, че най-дълбоките идеи на теория на числата проявяват далеч отиващо сходство с идеите на съвременната теоретична физика. Подобно на квантовата механика, теорията на числата предоставя свършено неочевидни образи на съотношението между дискретно и непрекъснато ... и подчертава ролята на скритите симетрии... Искане ми се да се надявам, че това сходство не е случайно и че вече чуваме думи за света, в който живеем, но още не разбираме техния смисъл.“ (195) (Думите на Дайсън [D], че „развитието на математиката и физиката продължи, както Манин предсказва“, се отнасят именно за този заключителен пасаж.) Тази мисъл се развива в публикуваната 10 години по-късно статия за аритметичната физика, с която завършва втората част (и превод на която излиза в *Светът на Физиката*). Питагорейската вяра в мистичната роля на числата се възражда не само у Манин. Една от звездите на френската математика, Ален Кон (известен и на читателите на *Светът на физиката* с книгата *Триъгълник на мисли* – виж четиво с продължение⁵) и Матилда Марколи публикуват монография [CM], в която се правят паралели между теория на числата и квантовата гравитация. Две авторитетни школи

⁴ Freeman Dyson, роден 1923 в Англия, завършва математика (лекции на G.H. Hardy (1877-1947)) в Кеймбридж; от 1953 живее (работи в Института за висши изследвания) в Принстън; един от създателите на квантовата теория на полето. Обича да поставя под съмнение приетите догми (и се гордее с това, [D07]), уважава религията [D00].

⁵ СФ, 24 (2001); виж особено За книгата „Триъгълник на мисли“ в раздела Книгопис, кн. 1. На тази книга е посветена и рецензия на Манин, препечатана в Математика как метафора (361-366).

в Les Houches (във френските Алпи) през последните десетилетия, и трета в Института „Ервин Шрьодингер“ във Виена (организирана от Ален Кон и автора; между поканените е и Юрий Манин) бяха посветени на теория на числата и физиката.

Най-късната статия от този раздел, *Връзки между математиката и физиката*, е писана (през 1996) за колоквиум в памет на Jean Dieudonné (1906-1992), един от най-активните автори на групата „Никола Бурбаки“. Наближаващият 60 години Манин намира повод да цитира починалия по това време поет (Нобелов лауреат) Йосиф Бродски (Ленинград, 1940 – Ню Йорк, 1996): *Малкото, което помня, става още по-малко, когато си го спомням на английски*. Една от подлистните бележки съдържа изненадващо за неговите критици признание: „Жан Дийодоне ... настояваше вместо да се пишат множество горни и долни индекси да се използват тензорни произведения и комутативни диаграми. Бях солидарен с неговото мнение ... докато не ми се наложи сам да смятам с тензори. Тогава разбрах, че индексите са много по-икономични.“ (196) Обсъждайки взаимоотношението между математика и физика, Манин завършва: „Най-ценно е взаимодействието с чудовищно различна ценностна система... Романтичната революция на 19 век не оказа реално влияние на математиката, ... (в която) няма място за индивидуални капризи. През 20 век романтизмът идва от физиката: безкрайните простори на Вселената, чудесно-случайното поведение на микросвета, субективизма на наблюдателя и мощта на ненаблюдаемото, Големия взрив, Антропния принцип; нашият роман с непочтителната Природа е трескава смес от страх и мегаломания.

Математиката внася във всичко това хигиенични навици и главоболе.“

3. Стихове, очерци, статии

Разночинец не нужна памет, ему достаточно рассказать о книгах, которые он прочел, – и биография готова.

О. Мандельштам „Шум времени“⁶

Третата част *Из ненаписаното*, изпусната в английското издание, е най-кратката: 24 страници стихове и стихотворни преводи с авторски коментари, и два очерка (245-257). Като коментар към приведеното мото от Манделщам, Манин цитира думите на дядо си: „Истинският разночинец не принадлежи на никое съсловие, нито даже на разночинците.“ „Неохотните коментари“, пише авторът, „са обърнати към читатели, които в юношеските си години са чели други книги.“ (221) Ето един от тези коментари (към стихотворението „Обзриуты“, което завършва с четиристишието

Архитектурный памятник устало

Фронтоном оседает в новый век.

Шаг вбок, шаг вверх – считается побег.

Из дома вышел человек – его не стало.):

„ОБЕРИУ (обединение на реалното изкуство) е наименованието на неформална

⁶ Автобиографична проза на поета Осип Манделщам (Варшава, Руска империя, 1891 – лагер край Владивосток, 1938), писана през 1923. Под „разночинец“ през 19 век се разбира интелгент, който не е на държавна служба.

група от ленинградски поети, основана през 1927 като колективен глас на руския модернизъм и „абсурдизъм“. Тяхната съдба е била предreshена. Александър Веденски (1904-1941) „арестуван превантивно“ през 1941 и, по различни свидетелства, умрял от дизентерия, или застрелян от охраната на затвора. Даниил Хармс (1905-1942), според официалната информация починал в лудницата на затвора. Николай Заболоцки (1903-1958) останал жив след ареста и заточението; след смъртта на Сталин публикува в течение на няколко години хубави традиционни стихотворения. Николай Олейников (1998-1937) е арестуван и разстрелян през 1937...

От къщи излезе човек (*Из дома вышел человек*) – стих на Хармс.“ (222)

Подборът на преведените (от английски и от немски) стихотворения и качеството на преводите говорят за вкуса на автора и за неговия талант в тази, на пръв поглед далечна от математиката, област. В едно от тях, *Излязох вечерта в града* от У. Оден⁷, Времето се подиграва на влюбения, който говори за вечна любов⁸. За любителите, способни да възприемат поезия на английски и на руски, ще приведа два от последните куплети, чийто превод е достоен за сравнение с оригинала (както пише Бродски, [В] с. 305, „римата превръща идеята в закон“):

'O look, look in the mirror,	'O stand, stand at the window
O look in your distress;	As the tears scald and start;
Life remains a blessing	You shall love your crooked neighbour
Although you cannot bless'.	With your crooked heart'.

Но вгледисъ в свое отраженье	Станъ у окна, сквозь слезы
В отчаяние свое,	В лица ближних взгляни,
Жизнь – это благословенье,	И каждую грешную жизнь
Благослови ее.	В грешное сердце прими.

А ето и едно шеговито-тъжно стихотворение на Манин, което ще се появи в предстоящото второ издание на книгата; него можем да преведем и на български:

Пространство-времето като диагноза: Междуребрена носталгия

Тъга за времето, когато
тъгувах за пространството.
Пространството беше затворено.
Сега
пространството се отвори, но почти се затвори
времето.

⁷ Wystan Hugh Auden (Йорк, 1907 – Виена, 1973) – любим поет на И. Бродски, [В]. Поемата *As I walked out one evening* е публикувана за пръв път в сборника *Another Time*, излязъл 1940, година след като Оден имигрира в САЩ.

⁸ In the burrows of the Nightmare/Where Justice naked is,/Time watches from the shadow/And coughs when you would kiss

Последната, четвърта част на книгата, озаглавена *Език, съзнание, статии за книги* (261-377) започва с три сравнително по-дълги статии: *Към въпроса за ранните стадии на развитието на речта и на съзнанието (филогенеза)* (261-290), *„Митологичният измамник“ по данни на психологията и теорията на културата* (291-302); *Архетипът на Празния Град* (303-310). „Манин“, свидетелствува Дайсън в предговора към английското издание, „пише също тъй красноречиво по други /не математични/ теми като колективното несъзнавано⁹, произхода на човешкия език, психологията на аутизма и ролята на измамника в митологията на много култури.“ Импресионистичното резюме от предговора не следва точно текста на книгата, но е интересно само по себе си: „Едно от хобитата на Манин е теорията за архетипа на Карл Юнг. Според Юнг, архетипът е мисловен образ, чиито корени са в колективното несъзнавано, общо за всички нас. Силните чувства, които носи той, са останки от изгубени спомени за колективни радости и страдания. Манин казва, че не е нужно да приемем теорията на Юнг, за да я намираме интересна. Митологичният измамник е любимец на Манин между архетиповете, които описва. В началото на Западната литература, героите на Илиадата, Ахил и Хектор, следват своята трагична съдба до благородната си смърт. След тях идва Одисей, измамникът, останал жив“ (Forward, ix).

Между „статии за книги“ особено място заема многослойното произведение *Тинянов и Грибоедов. Бележки за „Смъртта на Вазир-Мухтар“*¹⁰ (311-328). Ще дам един пример от многото нюанси, исторически паралели и намеци за времето, когато е писана статията. Откъсът започва с цитат от книгата на Тинянов: „Императорът беше непълноценен човек... Пушкин му написал *станси*. Николай го покорява, защото Пушкин е човек от друга порода.“ ... Сто години по-късно стансите бяха написани отново от поет, когото наричаха „мулат“¹¹, със забележителна увереност за онаследяване и за това, че вече им е дошло времето:

*Но лишь теперь сказать пора,
Величем дня сравнение разня:
Начало славных дней Петра
Мрачили мятежи и казни.*

За да оцени иронията на тези няколко реда, добре е читателят да знае нещо от руската история, да обича поезия, да си представя времето (края на сталинската

⁹ Термин на швейцарския психиатър Carl Gustav Jung (1875-1961) – виж К.Г. Юнг, Автобиография, ЕА, Плевен 1994. За връзката между Юнг и физика Волфганг Паули (1900-1958) – виж М. Бушев, СФ, 32:3 (2009) 312-327.

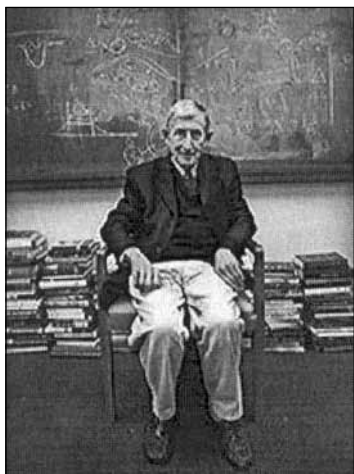
¹⁰ За пръв път излязла в Париж в *Révue des Études Slaves* XV:3 (1983) 507-521; (по стечение на обстоятелствата от онова време, на мен се падна да пренеса и предам за публикуване ръкописа на статията във Франция). Юрий Н. Тинянов (1894-1943) издава романа си за последната година от живота на Грибоедов (1795-1829), през 1928.

¹¹ Става дума за Пастернак (1890-1960) – виж [Б] (гл. XXV, с. 442-447). Манин (който не назовава автора) цитира, неговото стихотворение, Столетъе с лишним – не вчера (1931), явно по памет: вместо сега той пише теперъ.

колективизация), когато бъдещият автор на *Доктор Живаго* е писал цитираното честицие...

4. Птици и жаби

Манин е птица, чийто поглед се разпростира далеч отвъд математичната територия, в по-широкия пейзаж на човешката култура. Freeman Dyson [D09]



„Птици и жаби“ е заглавието на (несъстоялата се) „Айнщайнова лекция“ на Фриман Дайсън [D09], част от която е посветена на книгата на Манин. „Птиците“, пише той, „летят високо и обхващат с поглед широки области от математиката. Те се радват на понятия, които обединяват нашето мислене и събират заедно разнообразни проблеми от различни части на пейзажа. Жабите живеят в калта отдолу и виждат само цветята, които растат наблизо. Те се радват на детайлите на отделните обекти и решават задачите една по една. Аз съм жаба, но много от моите най-добри приятели са птици... Математиката като метафора е добър лозунг за птици.“ Книгите за широка публика на самия Дайсън отхвърлят възможното подозрение, че той използва непривлекателния образ

на жабата¹² като символ на своя тип математици, за да завоалира известна ирония към птичия стил на книгата. Колко близък му е този стил, личи от неговите шотландски лекции [D04], чийто полет съперничи с маниновата *Математика и физика*:

„Откритията във физиката на частиците от последните десетилетия поставят ударение върху понятието нарушена симетрия. Развитието на вселената от нейното начало се разглежда като последователно нарушаване на симетрия. Когато се появява в момента на сътворението, при Големия Взрив, вселената е напълно симетрична и безизразна. Като се охлажда до все по-ниски температури, тя нарушава една симетрия след друга, отваряйки място за все по-голямо разнообразие и структура... Животът също е нарушаване на симетрия. В началото хомогенният океан започва някак да се диференцира на клетки и микроорганизми, на хищници и плячка. По-късно, хомогенното население от човекоподобни маймуни се разделя по езици и култури, изкуства, науки и религии.“ (с. 43)

„Сега имаме основание да вярваме, че симетрията на вселената става явна и законите, които я управляват, се обединяват, ако се върнем достатъчно далеч назад във времето. Независимо от това дали конкретните модели на „велики обединения“ ще се окажат правилни, няма съмнение, че идеята да се търси единна физична картина чрез връщане назад към по-простото и симетрично минало е плодотворна... Това,

¹² Поетът Ани Илков ми обърна внимание, че мотивът на птицата и жабата идва още от алхимичния мистицизъм; той се среща и в (преведената) статия на космолога Макс Тегмарк, *Паралелни светове*, *Факел*, 28:4 (2008) с. 337.

което Айнщайн наричаше мечта на древните – да обхванат с чиста мисъл действителността, тогава не би било нищо друго освен изследване на най-отдалеченото минало, *À la recherche du temps perdu*¹³, в мащаб, какъвто Пруст не е могъл дори да си въобрази.“ (44)

Някои руски колеги на Манин, са по-малко склонни да прегърнат тази общокултурна гледна точка. Иван Чередник¹⁴ не се идентифицира с жаба: конкретните факти, числата, специалните функции (и това, с което той, Чередник, се занимава) са за него *реални*, а общите теории, „концептуалната математика“ той поставя на *имагинерната ос*. Критиците на Манин са готови да го обвинят, че неговите лекции и статии повече демонстрират превъзходството на автора, отколкото научават на нещо читателя. С. П. Новиков (Филдсов медал¹⁵, 1970, награда Волф¹⁶, 2005, сега професор в Университета в Maryland), след като разказва за своя подход за изучаване на теоретичната физика, пише [Н]: „Манин подхождаше другояче. Той съобщаваше на аудиторията нещо свръхформално и след това казваше, че те вече знаят какво е, например, уравнението на Дирак. Общественият успех беше безспорен, очите на слушателите горяха... Опитът показваше, че след подобно начало за такива хора е много по-трудно да разберат какво всъщност означава уравнението на Дирак...“ Наистина, малко са нещата, които читателят-неспециалист би могъл да научи последователно от разглежданата книга (важно изключение представлява теоремата на Гьодел). Но, очевидно, не това е била целта на автора.

Манин е част от руската интелигенция. Поети, художници, математици, физици и биолози образуват общност от хора, които често се познават лично, споделят общи интереси, могат да спорят до зори, но са обединени (поне бяха – до края на „зрелия социализъм“) в противостоянието си срещу господстващата безпросветност. Дайсън разбира това (и дори е склонен да ги идеализира) [D09]: „Те са и днес, както ги виждаме в пиесите на Чехов, група идеалисти, свързани заедно в своето отчуждение от едно суеверно общество и капризно управление. В Русия, математици и композитори и филмови режисьори разговарят помежду си, ходят заедно по снега през зимни нощи, седят с бутилка вино, и споделят мислите си.“ Може би, в подобна

¹³ В търсене на загубеното време – монументално (7-томно) произведение на Marcel Proust (1871-1922), едно от най-забележителните литературни произведения на 20-и век, публикувано между 1913 и 1927.

¹⁴ Защитил дисертация при Манин през 1976, професор в университета в North Carolina, публикува самонадеяния увод към своята монография в електронния архив: Introduction to affine Hecke algebras, arXiv:math/0404307.

¹⁵ Дава се веднъж на 4 години на математици под 40 години. Съветските власти не са разрешили Новиков да отиде на Конгреса на математиците в Ница, за да получи своя медал. (Единствен Г. Перелман отказва медала, 2006.)

¹⁶ Връчва се всяка година в Йерусалим от президента на Израел; първите лауреати (от 1978) са И. Гелфанд (1913-2009) и К.Л. Siegel (1896-1981). Заедно с Новиков наградата получава и Г. Маргулис (роден в Москва, 1946).

среда Ч.П. Сноу¹⁷ не би се сетил да противопоставя двете култури. *Математика и метафора* прокарва мост между математиката и науката за езика (и поезията), като съумява да бъде точна и интересна за специалиста (без да жонглира с наукообразни термини подобно на някои философи и „културолози“, избличени и подиграни от физика Алан Сокал [So]).

Дайсън завършва статията си [D09] с думите: „Понятието за колективното несъзнавано може би е също тъй митично като понятието за мъртвия град. Статията на Манин описва неуловимата светлина, която тези две, възможно митични, понятия хвърлят едно на друго. Той описва колективното несъзнавано като ирационална сила, която мощно ни тласка към смърт и разрушение. Архетипът на мъртвия град е дестилация на агониите на стотици реални градове, разрушавани откакто има градове и армии. Единственият начин да избегнем безумието на колективното подсъзнание е колективното съзнание, основано на надежда и разум. Голямата задача пред съвременната цивилизация е да създаде такова колективно съзнание.“

Сам Манин го казва по-малко императивно:

Целият ми интелектуален живот се определя от това, което условно наричам проект на Просвещението. Неговото основно предположение е, че човешкият разум е най ценното, с което разполагаме, а разпространението на науката и на просвещателата неизбежно ще доведе до това, че по-добри от нас хора ще живеят в по-добро от нашето общество.

Нищо от това, което съм виждал около себе си през последните две трети от миналия век и през завършващото десетилетие на новия, не оправдава тази вяра.

И все пак аз вярвам в проекта на Просвещението (12).

Цитирана литература

[B] Joseph Brodsky, On „September 1, 1939“ by W.H. Auden, in: *Less Than One*, Selected Essays, Farrar Straus Giroux, N.Y. 1987, pp. 304-356.

[Б] Д. Быков, *Борис Пастернак*, Москва 2008, 894 с. (превод: изд. Рива, София 2009).

[CM] A. Connes, M. Marcolli, *Noncommutative Geometry, Quantum Fields, and Motives*, Colloquium Publications, **55**, American Mathematical Society, 2008.

[D] Freeman Dyson, Manin and Forman, *Mathematical Intelligencer* **5**:2 (1983) 54-57; see also: *From Eros to Gaia*, Pantheon Books /USA/ 1992, Penguin Books /UK/ 1993, Chapter 24, pp. 262-268. Статията е препечатана също в *The Scientists as Rebel*, New York Review of Books, New York 2006, като глава 14 под заглавие „Two kinds of history“, pp. 157-165; тя е последвана от Postscript, 2006, който започва с думите: “In the twenty-four years since this review was written the development of mathematics and physics has continued as Manin predicted...” (p. 165).

[D00] F. Dyson, Progress in religion, <http://www.edge.org/documents/archive/edge68.html>

¹⁷ C.P. Snow (1905-1980) – английски физик и писател; чете лекцията [S] за двете култури през 1959.

(acceptance speech in receiving the Templeton prize “for an exceptional contribution to affirming life’s spiritual dimension”, May 16, 2000).

[D04] F. Dyson, *Infinite in All Directions*, Gifford Lectures, Aberdeen, Scotland, April-November 1985, Harper Perennial edition, NY 2004 (see 3. *Manchester and Athens*, pp. 35-53).

[D07] F. Dyson, Heretical thoughts about science and society, Edge. The Third Culture, 8.8.07 (http://www.edge.org/3rd_culture/dysonf07), excerpted from *Many Colored Glass: Reflections on the Place of Life in the Universe* (Page Barbour Lectures), University of Virginia Press, 2007.

[D09] F. Dyson, Birds and frogs, *Notices of the AMS* **56**:2 (2009) 212-223.

[H] С.П. Новиков, Вторая половина XX века и её итог: кризис физико-математического сообщества в России и на Западе, *Историко-математические исследования* **7** (42) (2002) 326-356; *AMS Translations* (2) **212** (2004) 1-24.

[S] C.P. Snow, *The Two Cultures*, Cambridge Univ. Press, 1960; see also *Leonardo* **23** (1990) 169-173 (available at UCLA.edu).

[So] Alan D. Sokal, A physicist experiments with cultural studies, *Lingua Franca* (1996) 62-64 (available electronically).

Иван Тодоров

Посетете нашия сайт
WOR.COINTECH.NET

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

ПОСТИЖЕНИЯ НА ПРИЛОЖНАТА ФИЗИКА ВЪВ ФИ С АНЕБ И В ИФТТ



Книгата на Крум Коленцов “Постижения на приложната физика в БАН. Открития и изобретения на учени от ФИ с АНЕБ и ИФТТ през XX век” на Академичното издателство “Проф. Марин Дринов” в София (2010, 308 с.) е първи опит за изложение и оценка на творческата, откривателската и изобретателска дейност на учени от двете институции на Българската академия на науките – Физическия институт с Атомна научно-експериментална база и Института по физика на твърдото тяло. В нея се съдържа богата информация за възхода на приложната и инженерна физика по отношение на научен продукт, открития, изобретения и рационализации.

Книгата се състои от въведение, послесловие и четири глави, изпълнени с обширен илюстративен материал. Интересно оформената от художника Константин Жеков корица съдържа снимки на учени от двете институции.

Във въведението е наблегнато на развитието и укрепването на приложната физика в България отначало в Софийския университет и Висшето техническо училище, а и 1946 г. в създадения Институт по физика към Българската академия на науките. Подчертано е, че след правото и икономиката, физиката и останалите природни науки са третия кит, който допринася за просперитета на всяко общество и има съществено значение за неговото благосъстояние.

В първата глава е разгледана интелектуалната собственост, която обхваща всички права, които възникват в резултат на дадена творческа дейност – открития, изобретения и рационализации. Посочено е, че обект на защита са всички конкретни резултати от тази дейност и е изтъкнато, че първите изобретения в българската физика са от втората половина на 50-те години на XX век и са дело както на по-младото поколение, така и на утвърдени учени – физици. Във втората глава е разгледана творческата и приложна дейност на над 40 учени от двете институции на Българската академия на науките – ФИ с АНЕБ и ИФТТ. Тяхната дейност е свързана със създаване на открития, изобретения и рационализации, значителна част от които внедрени в практиката. Направеното изложение е изпълнено с мисли и афоризми на видни творци от древността до наши дни, което предава особен аромат, колорит и свежест на текста. В трета глава са обобщени резултатите от новаторската дейност на

учените-физици от двете академични институции. За периода 1946-2000 г. от признатите 15 български открития само две са на физици и от 25 000 изобретения в Държавния патентен фонд – над 2 % са техни изобретения. В четвърта глава е изложено участието на учени – физици от двете академични институции в Златната книга на откривателите и изобретателите в България. Това е една уникална книга за постиженията на българската наука, създадена по повод честване на 1300 годишнина от създаването на българската държава. Посочено е, че първото и седмото откритие са дело на физиците Г. Наджаков и П. Марков. Освен това двама изобретатели от двете институции са вписани в Златната книга. Това са акад. Никола Съботинов за неговия принос в областта на квантовата електроника и лазерната физика и техника и автора на книгата ст.н.с. Крум Коленцов за неговия принос в областта на физика на полупроводниците и диелектриците, променливотоковата електро-луминесценция и дисплейното приборостроене. В послесловието е посочен пътът, извървян от идеята за създаване до реализиране на книгата и са посочени заслугите на други лица за осъществяване на изданието.

Тази книга е първият опит и ценно четиво, съдържащо богат информационен и илюстративен материал за новаторската дейност на учени – физици от две академични институции. Книгата може да бъде ценно помагало за по-младото поколение физици и за всички, които се интересуват от процеса на развитие на българската физика през годините на XX век, както и за постигнатите успехи в нея. Тези успехи и постижения допринасят тя да заеме **д о с т о й н о м я с т о** в различни направления на световната физика. Тези направления са следните: физика на полупроводниците и диелектриците, физика на свръхпроводимостта, микроелектроника, оптоелектроника, акустоелектроника, сензорика, физика на течните кристали, квантова електроника, лазерна физика и техника, спектроскопия и интегрална оптика, фотометрия и колориметрия, електронна микроскопия, криогенна физика и техника, научно приборостроене.

Цялостното изложение в книгата показва стойността и престижността на приносите и постиженията в отделните направления на приложната и инженерна физика в двете академични институции.

Акад. Александър Г. Петров

* Книгата бе представена от акад. Ячко Иванов – директор на Академичното издателство „Проф. Марин Дринов” и акад. Александър Г. Петров – директор на Института по физика на твърдото тяло „Акад. Георги Наджаков” на 6 октомври 2010 г. в Големия салон на Централно управление на БАН.

ПО МАГИСТРАЛИТЕ НА ЯДРЕНАТА ФИЗИКА



Под това заглавие пловдивското университетско издателство “Паисий Хилендарски” изненада приятно физичната общност с книгата на уважаемия колега проф. д-р физ. н. Никола Балабанов, който през последното десетилетие не за първи път връща физиците към историята на любимата им наука и приноса на българските учени в нея. Лично за мен като физик и университетски преподавател от поколението, поело по магистралите на физиката непосредствено след това на проф. Балабанов, неговата книга ме върна към студентските години, когато ядрената физика беше “модна” за студентите наука, а преподавател като Леон Митрани ни пленяваше с интересните си убедителни лекции и ни “стъписваше” с високите си изпитни изисквания. Именно тези изисквания сякаш ме подтикнаха “да свърна” от магистралата на ядрената физика и пренасоча професионалния си интерес по друга магистрала – тази на ради-

офизиката и електрониката, с многогодишното си “пътешествие” по която накрая се пенсионирах. И все пак книгата на колегата Балабанов сякаш ме подмлади, връщайки ме с носталгия към далечното студентско минало, в което изплуваха имената на чуждестранни учени, чиито постижения изградиха “километрите” на ядрената магистрала. Портретите на двама от тях – Е. Ръдърфорд и М. Кюри ни “гледат” от корицата на книгата на проф. Балабанов заедно със символичното изображение на “ядрените магистрала” алфа, бета и гама. Но по-важното (според мен) е, че сред тях заемат достойно място портретите на българските физици проф. Е. Карамихайлова и проф. Л. Митрани. Книгата съдържа и дълъг списък с имената на учени със значителен принос в строежа на “ядрените магистрала”, но – както се вижда биографичните данни за тези български учени – имаме пълно основание да се гордеем с личния им принос към този строеж през изминалото столетие. Основателно акад. Хр. Христов отбелязва, че “първата дама” на българската физика Елисавета Карамихайлова “е един от съотечествениците, които най-много допринесоха името на България да се произнася на много места с уважение”. Д-р Карамихайлова е и първият ръководител на създадената през 1945 г. катедра по атомна физика в Софийския университет “Свети Кл. Охридски”. Не помалко интересна е личността на проф. Л. Митрани, който започва научната си кариера като асистент в новосъздадената катедра, като “много бързо неговият изследователски талант и ерудиция – както пише в книгата си Н. Балабанов – се проявиха в нова научна

област, гранична между физиката, биологията и психологията”. Под ръководството на Л. Митрани започва работа колективът на новосъздадената катедра “Атомна физика” в Пловдивския университет, която се превръща в научна школа, създадена от учения. В книгата си проф. Н. Балабанов проследява накратко по-нататъшното развитие на катедрата, която “унаследява” като ръководител.

Книгата на проф. Н. Балабанов представлява сполучлив опит да се опишат принципно и пределно ясно част от пътищата, по които се развива българската физика през последните 60-70 години. Тя показва как водещи български учени-физици се вписват с постиженията си в историята на конкретни научни направления, което не трябва да бъде забравяно. Тя дава възможност на всеки от нас да прецени по каква магистрала, път или пътека се е движил в своето научно направление, да прецени сам какво е постигнал и какво трябва още да направи, за да постигне желаното в професията си. Затова, уважаеми колеги, прочетете тази книга! Според вашата възраст тя ще ви върне към миналото, или ще запали “зеления светофар” пред професионалната магистрала към бъдещето.

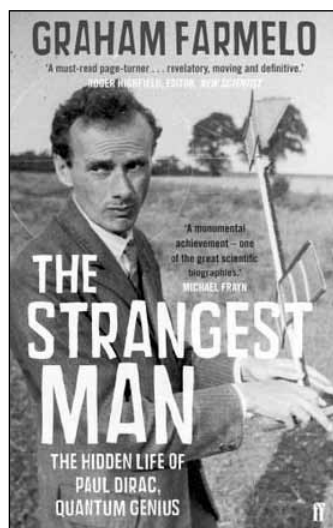
Людмил Вацкичев

Присъединете се към групата на списанието
във facebook –

Списание **Светът на Физиката**

КРАСИВА СТРАННОСТ

Сър Джон Ендърби



(Отзив за книгата на Греъм Фармело „Най-странныят човек: непознатият живот на Пол Дирак – квантовия гений“, изд-во Фабер и Фабер, 2009)

Освен посветената на Дирак абстрактна скулптура в Бристол има Дом на Дирак, където се помещават издателства (и в частност това на *Physics World*). И въпреки това неговият роден град Бристол, както и училището, в което той е получил средното си образование, почти не знаят, че техният съгражданин е един от най-великите умове на миналия век и вероятно най-великият британски физик от времето на Исаак Нютон. Отчасти тази неосведоменост както между гражданите на Бристол, така и в широката общественост се дължи на легендарната затвореност на Дирак, на склонността му да възприема нещата в буквален

смисъл и на почти пълната му неспособност да общува освен, може би, в най-тесен семеен кръг.

Всичко това прави Дирак твърде труден герой на доброжелателната биография, написана от Греъм Фармело. В книгата са представени научните търсения на Дирак, неговите разговори в семейна среда и с приятели, които са познавали него и неговите работи. Авторът Фармело, старши научен сътрудник към Лондонския музей на науките, описва живота и трудовете на този блестящ ум, като заедно с това се опитва да обясни причините за почти патологичната затвореност на Дирак. Съмнявам се дали в близко бъдеще ще бъде написана по-добра биография на този учен.

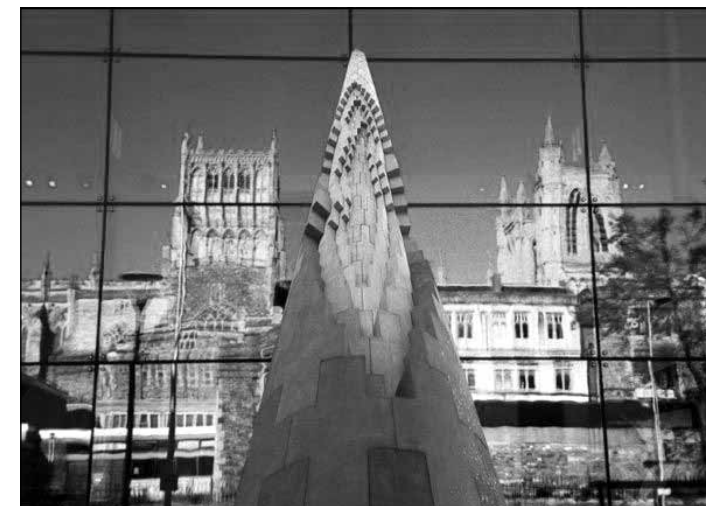
Родителите на Дирак, Чарлз и Флорънс, се оженват през 1899 и живеят в квартира, където е роден Феликс – по-старият брат на Дирак. Малко по-късно Чарлз купува малка къща, където през 1902 е роден вторият син Пол Ейдриън Морис Дирак. Неговата сестра Бети е родена през 1906, така че майката сигурно е имала много грижи с децата и с твърде неуместните претенции на нейния съпруг. Една от тези претенции била на масата за хранене семейството да разговаря само на френски език. В резултат на това Флорънс заедно с Феликс и Бети се хранели в кухнята, а Пол, чийто френски бил просто сносен, можел да се храни заедно с родения си в Швейцария баща. В по-късните си години Дирак признава, че трудността му в общуването с околните вероятно са свързани с този период; с горчивина той обяснява на Курт Хофер – австрийски молекулярен биолог, който му е бил близък приятел, – че “откакто разбрах, че не мога да се изразявам на френски, за мен беше по-добре да мълча, отколкото да говоря на английски”.

Фармело се връща не-еднократно към трудните семейни отношения в семейството на Дирак. Макар че жилищните им условия стават по-добри, след като се преместват в по-самостоятелна къща в добре поддържан район на Бристол, Чарлз се оказал много нередовен данъкоплатец и след смъртта си оставя на жена си тежки данъчни дългове. Имало е период в семейния им живот, когато Флорънс е смятала да се развежда, тъй като е подозирала съпруга си в изневяра. А големият им син Феликс се самоубива, когато Дирак е на 23 години. Но въпреки всичките тези травми, казват, че Дирак е плакал само веднъж в живота си – през 1955, когато научава за смъртта на своя кумир Айнщайн.

При такива предпоставки едва ли е учудващо, че през по-късните си години Дирак с огромно нежелание и само поради настойчивите увещания на майка си приема да посети Бристол. За сметка на това колежът “Св. Джон” в Кеймбридж се превръща в мястото, което той приема за свой истински дом. Докато е там, Дирак постига своя най-важен успех: той успява да обедини специалната относителност и квантовата механика и създава едно от най-великите уравнения във физиката. Там той става Лукасов професор по математика през 1932, а през 1933 получава за знаменитото си уравнение Нобеловата награда (поделена със Шрьодингер) “за откриването на нови продуктивни форми на атомната теория”.

Когато за пръв път през 1928 са получени изводите, основани върху уравнението на Дирак, те пораждат много спорове, но по един доста любопитен начин критичните забележки като че ли изобщо не засягат Дирак; вероятно като израз на психологическата му отчужденост. Идеята за състояния с отрицателна енергия и произтичащата от тях теория на дупките в крайна сметка се потвърждават с откриването на позитрона през 1932. Дираковото уравнение показва също, че спинът е естествено следствие от относителността и квантовата механика, а не просто добавъчна характеристика, с която да се обяснят атомните спектри. Осъзнаването на този факт показва, че уникалните характеристики на електроните, благодарение на които са възможни такива устройства като транзисторите, мобилните телефони и твърдотелните лазери, с право се описват от теория, известна като статистика на Ферми – Дирак.

Фармело майсторски повежда читателя през трудни физически раздели – уме-



Ил. 1. Жалон на науката. Скулптурата в централен Бристол в памет на Пол Дирак

ние, което той несъмнено е добил в практиката си на научен комуникатор. Авторът описва също така някои аспекти от работите на Дирак, които може да не са познати и на професионалните физици. Например през 1933 Дирак започва експериментални изследвания заедно с Пьотр Капица върху възможността с помощта на светлината да се закривява електронен сноп. Дирак също развива метод за разделяне на изотопи, за което Ърнест Ръдърфорд остава много доволен, защото според него “ще бъде добре за теоретичната физика Лукасовият професор да изцапа ръцете си в лабораторията”. В резултат на това Дирак е периферно включен в проекта “Манхатън” и извършва теоретични изследвания по “разделителния капацитет” на урано-обогатяващите инсталации, макар че отклонява предложението за пълна заетост.

Животът на Дирак рязко се променя по време на творческия му едногодишен отпуск в Принстънския университет през 1934, когато се запознава с Маргит Уигнър, разведена унгарка, майка на две деца – Гейбриъл и Джуди. Маргит, която е сестра на ядрения физик Юджийн Уигнър, е позната на приятелите и на семейството си като Манси. Тя е почти пълна противоположност на Дирак, но тяхната близост прераства в любов и през януари 1937 те се женят. След медения месец Манси е трябвало да прекара известно време в Будапеща и тогава Дирак написва “първото любовно писмо, което някога съм писал”. До този момент Дирак е отговарял на въпросите на Манси в табулирана форма!

Бракът е имал някои моменти на напрежение (свързани главно с антипатията на Манси към Кеймбридж), но Дирак е бил любящ съпруг и настойник на заварените деца на Манси, а също на родените от брака му с Манси две дъщери – Мери и Моника. В семейна среда Дирак е бил значително по-общителен отколкото навън. Спомням си, че когато през 1997 беше открит Домът на Дирак, Моника описваше как неговият научен подход към отглеждането на градински зеленчук много е забавлявал семейството; но Дирак възприемал шегите им с чувство за хумор.

Към края на книгата у читателя се засилва усещането за антиапогей. Дирак се дистанцира от йерархията на Кеймбридж по един извънредно банален повод, свързан с автомобилния паркинг, и от средата на 1960-те години той най-често работи у дома си. Междувременно Манси подновява усилията си семейството да напусне Кеймбридж. През 1971, след като са се уверили, че децата им са устроили живота си (с изключение на заварената Диракова дъщеря Джуди, която изчезва през 1968 и оттогава не се



Ил. 2. Пол Дирак

знае нищо за нея), двамата емигрират от Обединеното кралство във Флорида, където Дирак умира през 1984.

Физическата общност е разделена относно научното завещание на Дирак от по-късните му години. Дали неговото нежелание да приеме успехите на квантовата електродинамика е оправдано с аргумента, че на теорията липсва красота? Действително ли съществуват монополите? Ще може ли неговата хипотеза за големите числа, от която следва, че фундаменталните константи се менят с времето, да се съгласува с общата относителност? Но всички физици са единомислени, подчертава Фармело, че величественото постижение на Дираковото уравнение го поставя наред с велики умове като Нютон и Айнщайн.

Вероятно най-противоречивата част от книгата е нейната последна глава, в която Фармело обсъжда възможността патологичната затвореност на Дирак в действителност да е резултат от недиагностициран аутизъм или синдром на Аспержер. Аутизмът обхваща широк диапазон от поведение и, както лекарят писател Майло Кейнс посочва в своите *Бележки и протоколи на Кралското общество* (2008), се е превърнал в универсална характеристика за всяко поведение, което се различава от общоприетата норма. Той пише: “През последните 10 години настойчиво се твърди, че Нютон трябва да е развивал разстройство, свързано със синдрома на Аспержер, приписван също на Микеланжело, Хенри Кавендиш, Алберт Айнщайн, Мария Кюри, Лудвиг Витгенщайн и Пол Дирак”. Очевидно Дирак влиза в дългия и почетен списък на ретроспективно диагностицирани светили на духа.

Доколкото мога да си позволя, бих предположил, че Дирак по природа е бил стеснителен и неговата стеснителност е била задълбочена от трудна семейна среда в ранното му детство. Фармело правилно подхожда с предпазливост към темата и, независимо от изводите, които той прави относно личността на Дирак, вижда се, че авторът е вложил много любов в своя труд. Препоръчвам най-горещо тази книга както на професионалните физици, така и на любителите, интересувачи се от фундаментална физика, а така също и на всеки, който храни интерес към връзката между психологията на личността и интелектуалните ѝ стремежи.

Сър Джон Ендърби е почетен професор по физика в Бристолския университет и предишен президент на Физическия институт.

(Sir John Enderby. *Beautifully strange*. Physics world, vol. 22, No 4, p. 38)

Превод (с незначителни съкращения): **М. Бушев**

Бел. Ред. В сп. “Светът на Физиката” през 2011 г. като “Четиво с продължение” четете откъси от “Странният живот на Дирак”.

НЕ Е ДАЖЕ ПОГРЕШНА

Неуспехът на струнната теория и търсенето на единство във физическите закони

Част IV

Питър Войт

Глава 16. ЕДИНСТВЕНОТО РАЗВЛЕЧЕНИЕ В ГРАДА

Мощта и славата на струнната теория

Младеж, увлечен в хазарта, губи на покер всяка нощ до последния си цент. Някой му казва, че играта е измамническа, въртят я мошеници и той скоро ще стигне до приюта за бездомни. “Знам, знам”, уморено отвърща той, “но това е единственото развлечение в града”.

Кърт Вонегът, „Единственото развлечение в града“

Разговарям с мнозина суперструнни теоретици и когато ги питам защо продължават да работят по тази теория, въпреки че няма никакъв успех в осъществяването на целите ѝ, най-честото оправдание, което чувам, е нещо от рода: “Виж, това е единственото развлечение в града. Докато някой не предложи нещо по-перспективно, тук стават най-интересните неща”. Този вид оправдание работи още от времето на първата суперструнна революция през 1984, когато темата привлече огромен брой изследователи. В интервю от 1987 Дейвид Грос коментира по следния начин причините за популярността на суперструнната теория:

Най-важната [причина] е в това, че няма други добри идеи. Това е, което въвлеча повечето хора в тази тематика. Когато хората се заинтересуваха от струнната теория, те не знаеха нищо за нея. В действителност първото впечатление на повечето хора е, че теорията е извънредно грозна и неприятна – такъв беше поне случаят преди няколко години, когато струнната теория се разбираше значително по-слабо. За хората беше трудно да научат за нея и да се увлекат от нея. Така че според мен истинската причина хората да се насочват към нея е липсата на друго развлечение в града. Всички други опити за построяване на велики обединени теории, които първоначално бяха по-консервативни, постепенно ставаха все по-радикални, но не успяваха и само това развлечение все още остава.

Грос беше и твърдо остава ентусиаст на суперструнната теория – за разлика от много други физици, които още от началото много не се доверяваха на тази идея и трудно решаваха дали да работят по нея. В края на книгата си „Нобелови мечти“ писателят с научна тематика Гари Таубс разказва за следния разговор с друг теоретик:

На 4 август 1985 седях в лавката на ЦЕРН и пиех бира заедно с Алваро де Рухула... Де Рухула предсказваше, че 90 процента от теоретиците ще работят по суперструни и суперсиметрия, защото това е модно. Когато подметна, че това не е здравословно, аз го запитах какво би предпочел да работи. Вместо направо да отговори, той се отклони.

“Трябва да помним”, каза Де Рухула, “че двамата души, които носят най-голяма отговорност за развитието на суперструните, т.е. Грийн и Шуорц, в продължение на десет до петнайсет години системно работеха върху нещо, което не беше модно. В действителност хората им се присмиваха заради упоритото им придържане към него. Така че когато хората идват при тебе и се опитват да те убедят, че трябва да се заемеш с най-модната тема, добре е да си спомниш, че най-големите стъпки винаги се правят от онези, които не работят в най-модното направление”.

“Тогава въпросът е”, казах аз, “с какво ще се заемеш ти, върху какво ще бъде следващата ти статия?”

“Това е въпрос, на който всеки теоретик трябва сам да си отговори. И отговорът ще зависи от това дали искаш да оцелееш като теоретик или ще имаш куража да приемеш, че гордостта от собствената ти работа е по-важна от краткотрайното признание на твоя моден принос. Това е нещо, което всеки решава сам за себе си – в зависимост от увереността в собствения си талант”.

“И така”, настоях аз, “върху какво ще бъде твоята следваща статия?”

“Опитвам се да ти кажа”, отвърна Де Рухула, “че нямам никаква представа”.

Фактът, че изследванията в областта на суперструнната теория бяха единственото развлечение в града през средата на 1980-те години по време, когато по теорията не се работеше особено много и човек би могъл с право да очаква, че би постигнал нещо значително, не е много изненадващ. Много по-трудно е да разберем защо тя продължава да е единственото развлечение в града след повече от двайсет години и при все по-засилващите се свидетелства, че това е провалена изследователска програма.

И все пак защо суперструнната теория е единственото развлечение в града? Каква е възможността да се появят нови идеи и те да променят сегашното положение на нещата? Най-често отговорът на физици и математици съдържа надеждата, че някъде, някак си, някой млад физик сега работи върху нова идея, която всичко ще промени. За да разберем какви са перспективите това да се случи, трябва внимателно да се вгледаме в онова, което представлява нормалното кариерно развитие на амбициозните и талантиливи млади физици. Ще се концентрирам върху фактите в САЩ, защото ги познавам най-добре и защото американските учени имат водеща роля в тази област.

Положението с работните места за физици в научните институти е твърде тежко още от 1970. Преди това американската университетска система бързо се разрастваше и средната възраст на щатните професори по физика беше под 40. Студентите с PhD по ФЕЧ, които търсеха щатно академично място, можеха сравнително лесно да намерят такова. След рецесията през 1970 академичните щатове намаляха и средната възраст на щатния състав започна да расте линейно със скорост около осем месеца на година. Последните данни показват, че средната възраст на щатните факултетски преподаватели

вече е стигнала 60 години. Така че през последните трийсет години имаме много малко щатни назначения, докато програмите за докторантурите продължиха да произвеждат голям брой PhD, с което шансовете за младите доктори по ФЕЧ непрестанно намаляваха. Важно е също да напомним, че до началото на 1970-те години квантовата теория на полето беше в залез, така че само малцина от професорите по ФЕЧ работеха в областта на КТП. Същото се повтори след 1984, когато суперструнната теория дойде на гребена на вълната. Така че само през десетилетието 1974-1984 новите PhD започваха изследователската си кариера в областта на КТП. През това десетилетие само съвсем малък брой млади теоретици можеха да получат щатни назначения.

През последните години от около 80 PhD по теория на елементарните частици около 10 намират постоянна изследователска работа. Какво става с останалите, които са отпаднали? Те са изправени пред тежката задача да започнат съвсем нова кариера. Повечето обаче се справят доста добре: някои намират преподавателски назначения в колежа, някои отиват в медицински или юридически училища, а напоследък мнозина намират работа в компютърния или финансовия бизнес.

Теоретиците по ФЕЧ, които не намират съответното академично назначение, се заемат с различни неща, но те почти никога не се връщат към елементарните частици. Времената, когато Айнщайн е можел да работи в патентно бюро, а в свободното си време да прави важни изследвания, безвъзвратно са отминали. Те станаха жертва както на твърде нарастналата сложност и изтънченост на теоретичната физика, така и на повишените изисквания за време и енергия, вложени в повечето професии. Злощастен факт е, че постижения в теорията на елементарните частици могат да се осъществят от някой, който или получава заплата, за да мисли върху този предмет, или се радва на материална независимост.

Как се печели в състезанието за щатна академична длъжност? Правилата са твърде открити и са ясни за всички участници. Започвайки от годината, когато е получил PhD, младият учен трябва да преодолява много специфични препятствия на всеки 2-3 години, а именно да убеждава комисията по назначенията, съставена от старши теоретици, че той е най-добър измежду голям брой кандидати. Мнозина от кандидатите ще носят препоръчителни писма от известни физици, както и немалък брой публикувани статии, някои от които могат даже да са върху най-актуални проблеми. За предпочитане е статиите да са били одобрени за публикуване от рецензентите на някои от най-добрите списания, а също да са върху теми, които комисията да признава за важни и съществени.

Ако човек спечели конкурса и получи назначение, при лош късмет това ще бъде длъжност за една година и новоназначеният ще трябва да разпраща документи за ново кандидатстване буквално няколко месеца след постъпването на работа. По-вероятно е обаче той да разполага с година или даже две, през които да направи нови изследвания и да има приети за печат колкото може повече статии. Когато започва нов изследователски проект, човек е изправен пред труден избор. Дали да работи на сигурно – малък напредък в област, в която вече е работил? Или да се опита да овладее актуален и горещ

проблем и да потърси такава ниша, в която досега никой не е публикувал? А може би да опита да развие някоя необикновена идея, която изглежда обещаваща, но като че ли никой друг не я смята за интересна? Преди да се спре на последния вариант, той ще трябва да се увери, че съществува добър аргумент никой да не работи върху тази идея, но при това е заплашен след година да остане с празни ръце при следващия конкурс.

Айзъдор Сингър е изтъкнат математик, който в продължение на много години е работил в граничната област между теоретичната физика и математиката. През 2004 му беше присъдена Абеловата награда¹, която той подели с Майкъл Атия за тяхната работа върху индекс теоремата на Атия – Сингър. В интервю по повод получаването на наградата той прави следните коментари:

В Съединените щати забелязвам тенденция към ранна специализация, породена от икономически съображения. Човек трябва отрано да покаже добри заложби, да получи добри препоръчителни писма и да получи добри първи назначения. Не можеш да си позволиш да се отбиеш встрани, преди да си се утвърдил и да си заел сигурна позиция. Реалностите на живота налагат тясна перспектива, което не е присъщо на математиката... Когато бях млад, пазарът на работните места беше добър. Важно беше да си в реномиран университет, но можеше да благоденстваш и в по-скромен. Депресиран съм от ограничаващия ефект на съвременния пазар на работни места. Младите математици би трябвало да имат свободата на избор, с която разполагахме ние, когато бяхме млади.

Коментарите на Сингър се отнасят до младите математици, които искат да се насочат към нова математика, свързана с физиката, но още повече до младите физици теоретици, за които пазарът на работните места е още по-конкурентен от този за математиците.

Какво става с онези, които успешно се справят с тази система и накрая стигнат до свещения Граал на щатната академична длъжност? Те вече принадлежат към малкото на брой хора, които са отговорни за оцеляването на теоретичната група в техния институт. Тази група вероятно има отпуснати субсидии от Националната фондация за наука (НФН) или от Министерството на енергетиката (МЕ). През фискалната 2001 година МЕ изразходи около 20 милиона долара за субсидирането на 70 такива групи, включително 222 факултетски преподаватели, 110 стажанта след докторска защита и 116 дипломанти. НФН изразходва близо половината от горната сума и финансира също половина специалисти. Тези суми не са се променили забележително през последното десетилетие. Но тъй като заплатите бяха значително увеличени, броят на стипендиантите чувствително намаля.

Британският суперструнен теоретик Майкъл Дъф, който доста години благоденстваше в американската система (макар че през 2005 се върна в Обединеното кралство), съпоставя двете системи по следния начин:

Конкуренцията даже – а, може би, специално – в академичните институции е жестока и няма нищо общо с британското понятие за “фьърплей” (честна игра; бел.прев.).

Надявам се моите американски приятели да не се обидят, ако кажа, че като след-

ствие от това етичните стандарти значително са понижени. Необходимостта на всяка цена да успееш е особено изострена за университетските назначения, където по традиция се заплащат само девет месеца от годината, така че хората трябва да търсят за своите летни изследователски заплати финансовата поддръжка на агенции като ННФ. В подготовката за тези кандидатури се изразходват невероятни количества време и усилия.

В САЩ общността на учените, работещи в областта на ФЕЧ, не е много голяма – състои се общо от около хиляда души. Това са много таланти хора, които обаче вече две десетилетия работят в обстановката на интелектуален неуспех и на жестока конкуренция за оскъдни ресурси. Съществуват и други причини в града да има само едно развлечение, но важна част от това положение са социалните и финансовите структури, в които хората работят.

Глава 17. ПАНОРАМА НА СТРУННАТА ТЕОРИЯ

През последните няколко години станахме свидетели на драматично разногласие в редовете на суперструнните теоретици относно нещо, наречено антропен принцип. Антропният принцип е известен в няколко варианта, но всички те изтъкват идеята, че законите на физиката трябва да имат такава природа, която позволява развитието на интелигентни същества, каквито сме ние. Много от учените смятат, че това не е нищо повече от тавтология, която макар и вярна никога няма да доведе до фалсифицируемо предсказание и поради това няма да стане част от научна аргументация. Противоречие възникна, тъй като значителна група суперструнни теоретици започнаха да твърдят, че неспособността на суперструнната теория да прави предсказания не е проблем на теорията, а израз на истинската природа на вселената. Според тях урокът от суперструнната теория се състои в това, че предсказването на много, ако не и на всички параметри, определящи стандартния модел, по същината си е невъзможно, тъй като разполагаме само с антропния принцип за обясняване защо вселената е такава, каквато е.

Да си спомним, че суперструнната теория страда от следния проблем на вакуумно израждане. Тъй като не знаем какво представлява основополагащата М-теория, суперструнните теоретици взимат първите членове от пертурбационното разложение по брой на дупките в световната ивица на струната². Те приемат, че това пресмятане ще даде нещо доста близко до онова, което би се получило от пресмятането по истинската М-теория. За да се осъществи това приблизително пресмятане, трябва да се избере фоново 10– или 11-мерно пространство-време и вероятно някои видове “брани”, т.е. определени подпространства на пълното пространство-време, към което са прикрепени краищата на струните. Такъв избор се нарича избор на вакуумно състояние, тъй като очакването е, че то съответства на състоянието с най-ниска енергия в неизвестната М-теория. Съществуват много, а може би и безкрайно много, класове на фонове пространства, които вероятно са вътрешно съгласувани и всеки един от тези класове притежава голям брой параметри, определящи размера и формата на фоновото прос-

транство-време. Тези параметри се наричат модули, доколкото исторически модулна функция е такава, чиито стойности могат да се използват, за да се параметризират размерите и формата на едно пространство.

Надеждата беше, че стойностите на тези модули по някакъв начин са определени от неизвестната динамика на М-теорията. За да се постигне това, трябва да бъде намерен някакъв механизъм, който придава различни енергии на вакуумните състояния, съответстващи на различни стойности на модулите. Ако енергията на вакуумните състояния не зависи от модулите, може да се очаква от общи принципи, че модулите ще породят квантови полета, съответстващи на безмасови частици, а те не са наблюдавани. Картината на енергетична функция, зависеща от много модулни параметри, беше наречена “панорама” на суперструнната теория³. Тази терминология е свързана с картината на релеф на панорамата с възвишения и падини, съответстващи на различни стойности на енергията, като ширината и дължината на точка от панорамата са аналози на двата модулни параметра.

През 2003 беше намерен механизъм, даващ различни енергии за различни стойности на модулите. Този механизъм обаче дава абсурдно голям брой различни стойности на модулите (напр. 10^{100} и даже 10^{1000}). Съществуването на такъв огромен брой различни вакуумни състояния руши надеждата, че суперструнната теория ще може да предсказва нещо. Ако от това огромно множество бъдат избрани само онези състояния, чиито свойства се съгласуват със съвременните експериментални данни, ще останат такъв голям брой възможни състояния, че те ще могат да се съгласуват с каквито си щем произволни нови наблюдения. Така че теорията никога няма да предсказва нещо, което да е фалсифицируемо.

В последно време Съскинд, един от откривателите на струнната теория, започна да твърди, че това свойство на теорията да се съгласува буквално с всичко трябва да се смята за добродетел. Според него космологичната константа в различни състояния ще приема дискретно, но почти континуално множество от стойности (някои наричат това “дискретуум”). Да си спомним, че комбинирането на суперсиметрия и гравитация предсказва космологичната константа да е над 10^{56} пъти по-голяма от наблюдаваната ѝ стойност. Според Съскинд наличието на дискретуум позволява поне някои от вакуумните състояния на суперструнната теория да имат необикновено малки стойности на космологичната константа, така че да бъдат близки до експеримента. Затова огромният брой възможни вакуумни състояния в суперструнната теория се тълкува от Съскинд като добродетел на теорията⁴.

През 1987 Стивън Уайнбърг публикува статия, в която твърди, че за да могат да се формират галактиките и да се развие животът такъв, какъвто го познаваме, космологичната константа не би могла да е твърде голяма. Ако тя е над 10^{100} пъти по-голяма от видимата ѝ стойност, вселената би се разширила прекалено бързо и галактиките не биха могли да се образуват. Според Уайнбърг едно вероятно обяснение на проблема за малката стойност на космологичната константа е антропният принцип. Идеята е, че съществува огромен брой съгласувани възможни вселени и нашата вселена е част

от някаква по-голяма мултивселена или мегавселена. Съвсем естествено е ние да се намираме в онази част от тази мултивселена, в която могат да се образуват галактики, а следователно и да еволюира разумен живот. Ако е така, няма никаква надежда да се предскаже стойността на космологичната константа, тъй като всичко, което можем да свършим, е да посочим тавтологията, че стойността на космологичната константа се съгласува с нечие съществуване.

Съскинд напоследък активно пропагандира своя възглед сред теоретичната общност, като твърди:

Ед Уитън никак не харесва тази идея, но аз съм чувал, че е силно изнервен от възможността тя да се окаже вярна. Макар да не му харесва, според мен той осъзнава, че нещата вървят в тази посока. Джо Полчински, който е един от наистина великите физици на света, е от хората, които зачената тази идея. В контекста на струнната теория той беше един от първите, които разбраха значението на цялото това разнообразие. Всички в Станфорд се движат в тази посока.

През февруари 2005 в бюлетина на Станфорд Съскинд описва различните възможни вакуумни състояния на струнната теория като ”джобни вселени” и твърди, че аргументите в полза на огромния им брой са верни, като казва: “Ед Уитън работеше много упорито, за да покаже, че те са само малък брой, но не успя, провали се напълно.”

Доколкото все повече струнни теоретици стигат до извода, че в суперструнната теория наистина съществуват всичките тези вакуумни състояния и затова по принцип не може да се предскаже космологичната константа и други неопределени параметри на стандартния модел, често може да се чуе следната аналогия. През 1596 Кеплер предлага математически изящно хипотетично обяснение за разстоянията между орбитите на шестте познати планети – обяснение, което се опира на факта, че съществуват пет Платонови тела. Разбира се, по-късно става ясно, че разстоянията между планетите са резултат от поредица исторически случайности в еволюцията на слънчевата система и не са от нещата, които могат да бъдат предсказани от фундаментални физически закони. Оттук изводът е, че вероятно много, ако не всички, аспекти на стандартния модел, за които нямаме обяснение, в действителност са само случайни, зависят от околната среда във вселената, където сме ние, и не следват от основни физически закони. Ако е така, то единствените възможни предсказания на тези неща ще идват от антропоцентричните ограничения, правещи възможно нашето съществуване.

Проблемът с тази аргументация е, че в случая на слънчевата система съответната физическа теория (Нютоновата механика) ясно определя кои неща се описват от теорията и кои са случайни исторически събития, обусловени от околната среда. Никой не знае как да определим кои неща теорията може да предскаже и кои не може поради зависимостта от околната среда. Навярно няма нито един аспект на стандартния модел, който по принцип би могъл да се предскаже от теорията на суперструните.

Към средата на 2004 руският физик и струнен теоретик Александър Поляков (понастоящем в Принстън) публикува статия, в която прави равностойност на усилията си да изясни съотношението на дуалност между калибровъчната теория и струнната

теория. Той пише:

По мое мнение струнната теория може да се окаже прекалено амбициозна. Твърде малко знаем за струнната динамика, за да сме в състояние да атакуваме фундаменталните въпроси за “правилните” вакууми, за йерархиите или как да изберем между антропоцентричния и мизантропоцентричния принцип и т.н. Липсата на контрол от страна на експеримента прави отклоняването в грешна посока почти неизбежно. Надеждата ми е, че калибровъчната/струнната дуалност малко ще подобри ситуацията... Може би тя ще помогне да се възстанови душевното здраве на струнната теория.

В неотдавна излязлата си книга “Космична панорама: Струнната теория и илюзията на интелигентния проект”⁵ Съскинд признава, че той няма ясна идея как от струнната теория да бъдат изведени някакви предсказания. Изненадващото е, че той и други изяви теоретици не виждат в това причина за отказ от теорията, а вместо това предпочитат да вярват, че теорията е вярна, макар да не е в състояние да предсказва каквото и да било. Съскинд се позовава на възраженията, че струнната теория не е фалсифицируема, и говори за “понтифициране от ‘Попъраците’ на онова, което е и което не е наука”, а после продължава: “Склонен съм да мисля, че никоя идея не може да има големи достойнства, ако не е привлякла толкова силна критика”.

Би могло да се очаква, че след като веднъж теоретиците са се убедили, че теорията не дава възможност да се правят предсказания, те ще се откажат от нея и ще се заемат с нещо по-обещаващо. Но не става така. Един въпрос, който винаги е витаел около суперструнната теория, е: какво ще е необходимо, за да се убедят нейните поддръжници, че идеята е негодна. След като няма добре дефинирана теория, няма как да се докаже, че тя е грешна в смисъл, че води до противоречия или до предсказания, които не се съгласуват с експеримента. Би могло да се сметне, че единствената надежда да се покаже, че теорията се е провалила, е да се демонстрира, че тя е празна и никога няма да е в състояние да предскаже нещо. Но, изглежда, и това не е достатъчно, за да промени разбиранията.

Принстънският космолог Пол Стейнхард смята, че не опонентите на панорамния сценарий са отчаяни, а по-скоро онези струнни теоретици, които, подобно на Съскинд, са се обърнали към антропоцентричния принцип. Той пише (2005):

Струнните теоретици се обърнаха за спасение към антропоцентричния принцип. Откровено казано, за мен това е акт на отчаяние. Трудно понасям антропоцентричния принцип. Смятам го за ненаучен. Една адекватна научна теория е основана върху проверими предположения и се оценява по предсказвателната ѝ мощ. Антропоцентричният принцип прави огромен брой предположения относно съществуването на много вселени, вероятностни процеси на възникване и разпределение на различни свойства и т.н., нито едно от които не е проверимо, доколкото заедно с тези предположения вървят хипотетични области на пространство-времето, които завинаги са отвъд обсега на наблюденията. А предсказанията са твърде малко, ако изобщо ги има. В случая на струнната теория към този принцип се прибегва само когато трябва да се обяснят познати наблюдения, а не да се предскажат нови. (При други версии на антропоцентричния принцип, където се правят

предсказания, тези предсказания се оказват грешни. Някои физици се позовават на неотдавнашни свидетелства, че космологичната константа е била предречена по пътя на антропни съображения; обаче наблюдаваната стойност не се съгласува с антропно предсказаната стойност).

А по-нататък той се позовава на “съвременната антропна мания” като на “хилядолетна налудничавост”.

Антропната аргументация, в която Съскинд и други търсят убежище, в действителност е отклоняване на вниманието. Грос (2003) описва положението по следния начин: “Виждали сме подобно нещо да се случва многократно като реакция спрямо трудни проблеми... Излизат с някакъв велик принцип, който обяснява защо не са в състояние да решат проблема.”

Даже ако някой вярва, че космологичната константа никога няма да бъде теоретично определена и само антропният принцип ще свърши това, проблемите на суперструнната теория едва ли ще го почувстват. Ако теорията направи някои верни предсказания, но остави неопределена космологичната константа, антропният принцип пак би могъл да се приеме насериозно. Но истината е, че теорията не само не предсказва космологичната константа – тя изобщо нищо не предсказва. Дали антропните съображения някога ще се окажат необходими за физиката, в дадения случай не е нищо повече от оправдание за неуспеха. Спекулативните научни идеи се провалят не само когато правят неверни предсказания, но също когато се оказват стерилни и неспособни да предскажат каквото и да било.

Глава 18. ДРУГИ ГЛЕДНИ ТОЧКИ

Дотук беше обсъден един много специфичен подход към физиката на елементарните частици – този на склонните към математически методи физици. Акцентът падаше върху стандартния модел, математиката зад него и основаната върху ускорителите експериментална техника, довела до неговото откритие, както и онези негови ограничения, които правят труден по-нататъшния му прогрес. Но съществуват и други възгледи върху проблемите на елементарните частици и тази глава е преглед на някои от тях.

След като установихме ограниченията на ускорителната техника, един очевиден въпрос е дали съществува друг начин за изучаване на взаимодействията на елементарните частици при високи енергии. Някои от най-ранните открития във физиката на елементарните частици са направени не с ускорители, а при изследване на космичните лъчи. Елементарните частици и ядрата, ускорени от различни астрофизически процеси, непрекъснато бомбардират земната повърхност и се сблъскват с други частици в атмосферата. Анализирайки продуктите на тези сблъсъци, можем да видим дали се образуват нови частици и да уточняваме схващанията си за сблъсъците на високоенергетични частици. За да се постигне енергия, еквивалентна на тази на Големия адронен колайдър (ГАК) в системата на центъра на масите ($14 \text{ TeV} = 1,4 \times 10^{13} \text{ eV}$), е нужен космически лъч с енергия близо 10^{17} eV , доколкото той пада върху практически

неподвижна мишена. Космични лъчи с такава и по-висока енергия са наблюдавани, но броят им е доста малък – за едно столетие падат само няколко на квадратен метър от земната повърхност.

Сблъсъци, чиято енергия в центъра на масите е десет пъти тази на ГАК, стават около стотина на година върху площ от един квадратен километър. През 2005 започва да действа обсерваторията “Оже” (наречена на името на Пиер Оже, който прави ранни наблюдения на космичните лъчи). Нейните детектори покриват 3 000 квадратни километра в Аржентина и са предназначени да изучават космични лъчи с най-високата енергия – такива, чиято енергия е около 10^{20} eV . Макар че тази обсерватория няма да е в състояние да разкрие много относно взаимодействията на частици при тази енергия, интерес представлява самият факт на съществуване на такива частици. Ако в “Оже” се наблюдават такива частици, това ще е свидетелство за някакъв нов и неизяснен физичен ефект.

Възможно най-мощният ускорител на частици е Големият взрив, поради което напълно естествено е теорията на елементарните частици да се насочи към космологията. Това е обширна тема, за която нито тук има място, нито авторът е достатъчно компетентен, но тя е толкова съществена, че се налага да бъдат направени поне няколко коментара. Малко след развитието на стандартния модел, през ранните 1970, някои от теоретичите се насочиха към опити да го приложат към описанието на Големия взрив. Книгата на Стивън Уайнбърг “*Първите три минути: съвременен възглед за произхода на вселената*” (1977)⁶ дава прекрасно популярно представяне на тези ранни изследвания и е препоръчително от нея да се почерпят повече детайли⁷.

Съвременната космологична теория приема, че вселената е била все по-гореща и все по-плътна, колкото по-близо е била до Големия взрив. Високите температури означават високи енергии на частиците, поради което се очаква, че ако наблюдаваме ефекти от най-ранните моменти след Големия взрив, ще узнаем някои неща относно поведението на частиците при тези енергии. За съжаление толкова назад във времето не можем да наблюдаваме, но можем да проследяваме как са се развивали нещата. Като екстраполираме към миналото, можем да оценим първичните количества на различни елементи и да установим, че ранната вселена е била съставена главно от водород и хелий. Основаните върху стандартния модел на елементарните частици ранни модели на вселената позволяват да се възпроизведат наблюдаваните количества на тези елементи. Оставаният все още отворен въпрос е този за бариогенезата: защо материята в нашата вселена е съставена основно от бариони (протони и неутрони), а практически няма никакви антибариони (антипротони и антинеутрони)? При достатъчно високи температури би трябвало да са създадени почти еднакъв брой бариони и антибариони и затова трябва да се обясни асиметрията, поради която са се запазили определен брой бариони, след като повечето бариони и антибариони взаимно са се анихилирали. Съществуват различни възможни източници на тази асиметрия, но все още не е известно как се е породила тя.

Към края на 1970-те и началото на 1980-те години все по-оптимистично ставаше

очакването, че космологията ще даде на физиката на елементарните частици някаква информация относно физиката, възникваща при енергетичните мащаби на БОТ (Велика обединена теория), но за съжаление това и досега не се получава. Възможно е отговорът на въпроса за бариогенезата се намира във физиката на БОТ-мащабите, но въпросът все още няма еднозначно решение. Вниманието се пренасочи от най-ранните и най-горещи времена към по-късните, за които разполагаме с много повече експериментални данни.

Космическият микровълнов фон (КМФ) е лъчението, открито от Арно Пензиас и Робърт Уилсън през 1965. Това е черно лъчение от космологичен произход при много ниската температура 2.7 градуса Келвин. Според съвременната теория това лъчение се състои от остатъчни фотони от периода 400 000 години след Големия взрив – времето, когато електроните и протоните вече не съставят гореща плазма от свободни частици, а се свързват и образуват електронеутрални атоми. До това време фотоните непрестанно са се разсейвали от плазмата, но по-късно те вече могат да се разпространяват без интерференция. Фоновото микровълново лъчение, което наблюдаваме в днешно време, се състои от тези остатъчни фотони, които все още съдържат информацията относно своя произход през този относително ранен период в историята на вселената.

По времето, когато е възникнало КМФ лъчение, температурата на вселената е била около 3 000 °K. По обичайните стандарти това е много горещо, но то съответства на енергии на частиците само няколко десети електронволта. Така че макар да не е възможно КМФ лъчението да се използва, за да видим непосредствено ефектите от взаимодействията на частици с много високи енергии, все пак в това лъчение се съдържа огромно количество информация. До неотдавна наблюденията върху КМФ показваха само безструктурно черно лъчение, едно и също във всички посоки. През 1992 спътниковият експеримент COBE (Cosmic Background Explorer – космически изследовател на фона) за пръв път установи известни анизотропии или структури в КМФ. Към 2003 един по-съвършен спътников експеримент, WMAP (the Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – Уилкинсънова микровълнова сонда за анизотропия) можа да получи първите резултати относно детайлите на тази структура, като събра огромна нова информация относно ранната вселена. Докато от спътника WMAP продължава да получава информация, предстои да бъде пуснат и ново поколение спътник, наречен “Планк”.

С данните от WMAP и от други астрономически наблюдения, особено тези от свръхновите на големи разстояния, космолозите построиха “стандартен модел” на вселената, който обаче повдига две въпросителни пред ФЕЧ. В този модел само пет процента от енергетичната плътност на вселената се съдържа в нормалната материя, изградена от бариони. Двадесет и пет процента се съдържат в студена тъмна материя, чиято природа остава неизвестна. Възможно е студената тъмна материя да е съставена от нов тип стабилни частици – такива, които нямат електричен товар и не взаимодействат силно, но поражат астрофизични ефекти посредством чисто гравитационни взаимодействия. Подобни хипотетични частици включват т.нар. WIMPs (weakly interacting massive particles – слабо взаимодействащи масивни частици) и един

от аргументите за суперсиметричните версии на стандартния модел е, че те могат да съдържат такава стабилна частица.

Накрая 70 % от енергетичната плътност на вселената вероятно се състои от тъмна енергия – неизвестна енергетична плътност на вакуума (космологичната константа). По-горе видяхме, че суперсиметричните модели на ФЕЧ се натъкват на трудности, тъй като изискват вакуумното състояние да нарушава суперсиметрията, а в резултат на това енергетичната плътност трябва да бъде с много порядъци по-голяма от наблюдаваната. В предната глава обсъдихме аргумента на панорамата, съгласно който броят на възможните вакуумни състояния е толкова голям, че за някои от тях тази стойност е много по-малка от очакваната (и така може да стигне до съгласие с експеримента).

Докато космологията тепърва има да решава някои от проблемите на стандартния модел, двете породени от нея нови загадки могат да се окажат съществени ключове за разрешаване. Съществува ли нова неизвестна стабилна частица, от която е изградена студената тъмна материя? Какъв е произходът на вакуумната енергетична плътност и как тя да бъде изчислена? И двата въпроса остават без никакво решение.

Както видяхме, въпросът за това как да се построи квантова версия на общата относителност, т.е. на Айнщайновата теория на гравитационната сила, все още е открит. Една от главните мотивации на суперструнната теория е да намери такава постройка, но вече видяхме, че това не е направено напълно успешно. Математическата структура на общата относителност е мъчително близка до тази на стандартния модел, тъй като той по същество е геометрична теория. От геометрична гледна точка калибровъчните полета на Янг – Милс представляват връзки, показващи как да съпоставяме полета в съседни точки. Общата относителност може също да бъде изразена в термините на такива връзки, които в дадения случай показват как да сравняваме вектори в съседни точки. Но геометрията на общата относителност, т.е. Римановата геометрия, съдържа допълнителна структура, която не се появява в случая на Янг – Милс. Тази допълнителна структура е структурата на метриката, т.е. начин за измерване на големините на векторите, а тези метрични променливи изискват динамика, която се различава от динамиката на калибровъчните полета на Янг – Милс. На големи разстояния или при ниски енергии тази динамика е известна – тя се определя от Айнщайновите уравнения на полето. Ако се опитаме да използваме същата тази динамика в квантова теория на полето за малки разстояния, тогава се натъкваме на проблеми с безкрайности, които не могат да се третират със стандартните ренормализационни методи.

Струнната теория се опитва да реши този проблем, като приема, че на малки разстояния фундаменталните полета на теорията са нещо негеометрично – възбудените моди на една струна. Друг много различен подход към проблема на квантовата гравитация стана популярен през последните години под названието *примкова квантова гравитация* (ПКГ). Нейното популярно описание може да се намери в книгата на Лий Смолин “Три пътя към квантовата гравитация” (2001), а по-техническо изложение има в книгата на Карло Ровели “Квантова гравитация” (2004). ПКГ използва стандартните геометрични променливи на общата относителност с квантуване на гравитацията, но

с непертурбативни методи на квантуване, които се различават от стандартното разложение по Файнманови диаграми, за което е известно, че се натъква на проблеми с безкрайностите.

Докато програмата на ПКГ се смята за толкова успешна, колкото е суперструнната програма в подхода ѝ към построяването на квантова теория на гравитацията, за разлика от суперструнната теория ПКГ не претендира да обяснява стандартния модел. Това е чиста теория на квантовата гравитация, която по принцип не зависи от теорията за взаимодействията на другите частици. До голяма степен интересът към суперструнната теория първоначално възникна от надеждата, че ще създаде не само теория на гравитацията, но и обединена теория на взаимодействията на всички частици. През последните години, доколкото става все по-ясно, че тази надежда е мираж, ПКГ привлича все по-голямо внимание, поради което между апологетите на тези две различни изследователски програми се разгаря дебат, който често пъти стига до враждебност. Много от статиите по струнна теория продължават да се мотивират с уводното твърдение, че струнната теория е “най-перспективната теория на квантовата гравитация” или нещо подобно – претенция, която вбесява привържениците на ПКГ. Досега суперструнната теория продължава да получава лъвския пай от ресурсите, тъй като нейните привърженици доминират в повечето изследователски центрове, особено в САЩ.

Освен ПКГ един още по-спекулативен подход към квантовата гравитация, произлязъл от общата относителност, е нещо, известно като теория на туистърите. Тази идея беше създадена от Сър Роджър Пенроуз заедно с много сътрудници в Оксфорд и на други места. Неговата забележителна книга “*Пътят към реалността*” (2004), представлява широкомащабна картина на теоретичната физика до голяма степен от гледна точка на общата относителност и в по-малка степен от позицията на ФЕЧ, като резюмира основните идеи на туистърната теория. Самият Пенроуз споделя възгледа, че една успешна теория на квантовата гравитация не само ще обхваща туистърната теория, но също така ще изисква преработката на фундаменталните идеи на квантовата механика, въпреки че малцина са на това мнение. Теорията на туистърите включва идеи относно геометрията, които са специално за четири измерения, и фундаментално използва геометричните аспекти на спинорите и на комплексната геометрия. Тази теория все още не е довела до изчерпателна теория на квантовата гравитация и подобно на ПКГ не претендира да дава обяснение на стандартния модел.

Наред с потенциалните си приложения към гравитацията туистърната теория се оказва твърде полезна в много други контексти, като води до точни решения на няколко геометрично интересни системи уравнения. Последните включват автодуалните уравнения в теорията на Янг – Милс и са от значение за четиримерната топология. Методите на туистърната теория доведоха също така до нови формули за някои амплитуди на разсейване в четиримерната квантовополева теория на Янг – Милс – факт, който неотдавна мотивира Уитън да изрази тези амплитуди в термините на топологична теория на струните, където струните съществуват не във физическо пространство-

време, а в пространството на туистъри. Макар че така се разкриха интересни нови пътища за пресмятане на амплитудите на разсейване, тази теория все още не е довела до очакваната еквивалентност между квантово-полевата теория на Янг – Милс и един нов вид струнна теория.

Друга една спекулативна изследователска програма, която заслужава да бъде спомената, е известна под названието некомутиративна геометрия и беше предложена от френския математик и Филдсов медалист Ален Кон. Както беше споменато по-рано, една алгебра по същество е само абстрактна математическа структура, чиито елементи могат да бъдат непротиворечиво умножавани и събирани. Съществува дълбока и фундаментална връзка между математическите подобласти на геометрията и алгебрата. Тази връзка асоциира с дадено геометрично пространство една специфична алгебра – алгебрата на функциите, дефинирани в това пространство. Тази алгебра на функциите е комутиративна, т.е. когато се умножават такива функции, няма значение в какъв ред става умножаването. Кон развива идеята за изучаване на по-обща некомутиративна алгебра, като ги разглежда като алгебри на функции в обобщен вид геометрично пространство. Именно това е некомутиративната геометрия. Кон има някои спекулативни идеи относно това как да се разбира стандартният модел с помощта на понятията на некомутиративната геометрия. Подробности за тази теория могат да се научат от монографията на А. Кон “*Некомутиративна геометрия*” (1994).

Глава 19. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Но за да живееш извън закона, трябва да си честен. – Боб Дилан

Откритието на стандартния модел представлява интелектуално постижение, което ще бъде завинаги запомнено в човешката история. Един неочакван резултат от този прогрес е, че теорията на елементарните частици вече четвърт век е жертва на своя собствен успех. Без да разполага с никакви нови експериментални данни, които да посочат пътя на по-нататъшното развитие, тази изследователска област попадна в задрънена улица. Срочно са нужни промени, за да могат теоретиците да намерят полезни пътища извън железните закони на прекия контакт с експеримента. При липсата на обективна присъда на експеримента една такава промяна означава рязко да се повишат изискванията за честност при оценката на теоретичните резултати. Честността налага да се признае неуспехът на програмата на суперструнната теория и да се направят съответните изводи. Без драматична промяна в избраните от теоретиците насоки на изследване те ще продължат да бъдат непродуктивни, както вече са от две десетилетия, и да очакват най-после да се появят някакви нови експериментални резултати.

Възможността за нови експериментални открития най-вероятно ще се осъществи в ГАК на ЦЕРН. Възможно е да се получат отговори на въпросите относно нарушението на симетрията на електрослабия вакуум и това да върне теорията на елементарните частици към вярната посока. Ако това не стане, вероятно ще измине десетилетие или

повече, преди да се появи нов шанс за успех – може би с построяването на нов електрон-позитронен колайдър.

Писателят с научна тематика Джон Хорган през 1996 развълнува духовете с книгата си *“Краят на науката”*, в която тезата му е, че повечето големи научни открития вече са направени и това, което учените правят днес, е “иронична наука”. Така той нарича науката в духа на “спекулативната, постемпирична мода – нещо, което повече прилича на литературна критика. А в следващата си книга, *“Рационалният мистицизъм”* (2003), Хорган прилага към суперструнната теория друга литературна аналогия – описва я като “малко повече от научна фантастика в математическа форма”.

В *“Краят на науката”* Хорган предрича бъдещето на теорията на елементарните частици по следния начин:

Конференциите на тези иронични физици, чиито спорове не могат да бъдат експериментално разрешени, ще приличат все повече на онзи бастион на литературната критика, наречен Съвременна езикова асоциация (CAE).

Хорган веднага стана неприемлив както за физическата общност, така и за работодателите си – списанието *Scientific American*. Една от причините е, че той беше засегнал оголен нерв, тъй като според мнозина физици няма голяма разлика между CAE конференция и суперструнна конференция. Предсказанието на Хорган се оказва пророческо, тъй като от 1997 нататък започва поредицата от големи конференции по суперструнна теория, на които присъстват по 400 и повече участници. И точно както е на конференциите на CAE, там няма нито едно съобщение, в което да се говори за експериментални резултати.

Хорган не обсъжда математиката, с която аз съм много по-добре запознат. Макар да не е експериментална наука и да не прави предсказания относно физическия свят, математиката е наука и през 20 век тя направи големи крачки напред. Последното десетилетие донесе разрешението на два от най-трудните математически проблема. Доказателството на последната теорема на Ферма, открито от Ендрю Уайлс през 1994, реши проблем, който в продължение на три столетия не се поддаде на усилията на най-добрите математици. По-късно, през 2003, Григори Перелман предложи доказателство на най-прочутия нерешен в продължение на един век проблем в топологията – предположението на Поанкаре.

По традиция двата най-мощни източника на проблеми, които мотивират новата математика, са изучаването на числата и теоретичната физика. Тези два източника в някакъв смисъл играят ролята на експериментални данни за математиците. Видяхме огромния положителен ефект на квантовата теория на полето за математиката през последните двадесет години. Този ефект най-вероятно ще продължи. Възможно е някой ден математиката да си върне услугата, като даде на физиците нова математическа техника за решаване на нейните проблеми, но аз мисля, че съществуват и други начини, по които тя може да предложи хубав пример на теоретичната физика.

Математиците имат много дълга история на работа в спекулативния, постемпиричен стил, който Хорган нарича иронична наука. Онова, което те отдавна са научили, е,

че за да се стигне в перспектива до определени резултати, трябва да се търси абсолютна яснота при формулирането на идеите и строго да се изясняват техните следствия. Съвременната математика може с право да бъде обвинена, че отива прекалено далеч в тези стандарти, като стига до тяхното фетишизиране. Често математическите изследвания страдат от това, че математическата общност не желае да гледа спекулативни и неясни формулировки, които мотивират някои от най-добрите нови работи, или пък също така неясни и непрецизни резюмета на стари изследвания, които обаче са от значение за текущите проучвания.

За математиците основната добродетел е тази на строгата и точна формулировка, макар да осъзнават, че понякога е нужна по разхлабена форма на разсъждаване, ако искат да стигнат до някъде. Физиците по традиция никога не са хранили интерес към тази добродетел, убедени са, че нямат нужда от нея. В миналото подобно поведение се оправдаваше от факта, че има експериментални данни, които да им налагат да бъдат честни, но сега те вероятно ще трябва да си вземат урок от математиците. За да бъде действително научна, една спекулативна работа трябва да се подлага на непрестанна оценка за това доколко тя ще може да изведе до реални предсказания. В допълнение всячески трябва да се полагат усилия, за да се постигне логическа прецизност и яснота относно това кое е точно разбрано и кое не е.

Математическата литература често страда от това, че или прекалено трудно се чете, или решава някои не дотам интересни проблеми. Но трудно може да се допусне, че математическо списание би публикувало нещо, имащо толкова малко смисъл като петте статии на Богданови, които рецензентите на физическото списание са сметнали за допустими. Аферата Богданови показва, че в спекулативните части на теоретичната физика се наблюдава отказ от настойчивото желание нещата да бъдат смислени. Това е тежка ситуация в област, която е принудена да борава предимно със спекулативни идеи и вече не може да се опира на експериментални резултати.

Няколко години преди да излезе книгата на Хорган *“Краят на науката”*, физикът Дейвид Линдли в книгата си *“Краят на физиката: митът на обединената теория”* (1993) предупреди, че в своето търсене на обединена теория физиката е застрашена да се превърне от наука в митология. Линдли и много други физици виждат суперструнната теория като основана върху чистата математика и опираща се на естетически критерии за оценка на напредъка. Те приемат претенцията на суперструнните теоретици, че теорията е красива и елегантна и не смятат, че връзката с математическата красота отделя тази теория от експеримента.

Тук се опитам да покажа, че този възглед е грешен, доколкото не обяснява защо суперструнната теория досега не е направила никакви предсказания. Суперструнните теоретици вярват, че в един прекрасен ден ще се намери едно просто уравнение, някаква красива физическа идея или фундаментален принцип за симетрия и с тяхна помощ ще бъдат обяснени сложните структури, с които те се занимават. Но днешното състояние е такова, че въпреки многогодишните усилия нищо подобно не се вижда на хоризонта. Картината на света, която в днешно време се предлага от суперструнната теория, нито

е красива, нито е елегантна. Десет- и единадесет-мерните суперсиметрични теории са твърде усложнени, а шест- или седем-мерните компактификации на тези теории, необходими за сближаване на теорията до реалния свят, са не само прекалено сложни, но са също така прекалено грозни.

На конференция в Харвард (септември 2003), наречена “Единството на математиката”, Сър Майкъл Атия изнесе лекция върху “Взаимодействието между геометрията и физиката”. През последните години той сътрудничи с Уитън в работи по М-теорията и си остава почитател на Уитън и на струнната теория, но заедно с това се надява на по-добро бъдеще:

Ако стигнем до логически съгласувана обединена теория на вселената, включваща извънредно сложна математика, ще повярваме ли, че това представя “реалността”? Ще повярваме ли, че природните закони са създадени с помощта на изтънчената алгебрична машинария, която днес прозира в струнната теория? И възможно ли е законите на природата да са много по-дълбоки, прости и заедно с това изтънчени, и че използваното от нас математическо описание просто е най-доброто, което можем да постигнем с наличните инструменти? С други думи най-вероятно ние все още не сме намерили правилния език, с който да опишем фундаменталната простота на природата.

Изводите в тази книга имат отрицателен характер: критикува се програмата на суперструнната теория като неуспешен и преувеличено перспективен проект. Наред с това, в положителен аспект опитам да обясня онова, което според мен е важен урок, който от времето, когато възниква квантовата механика, всяко поколение физици ще трябва наново да усвоява. Това е урокът за значението на принципите на симетрия, изразени на математическия език на теорията на групите представяния. Когато човек се научи да работи на този език, квантовата механика губи повечето от своята загадъчност и се превръща в твърде естествен начин на мислене. Главният източник на проблеми на суперструнната теория е в това, че тя не е изградена върху фундаментален принцип на симетрия или изразена на езика на теорията на представянията. Ако освен не бъде намерен някакъв начин теорията да се преработи така, че това да стане възможно, урокът на историята ще бъде, че тази теория няма да ни изведе до никъде.

Една от най-важните идеи на стандартния модел е свързана с групата на калибровъчните симетрии и твърде знаменателен е фактът, че в четиримерното пространство-време ние практически нищо не знаем относно представянията на тази безкрайно-мерна група. Традиционната причина, поради която физиците смятат, че това не е от значение, е в това, че според тях от значение са само нещата, които са инвариантни спрямо калибровъчните трансформации или, с други думи, че е нужно само тривиалното представяне. Подобно мислене може да се окаже толкова погрешно, колкото е мисленето, че вакуумното състояние на квантовата теория на полето не може да бъде интересно. По подобен начин фундаменталният принцип на общата относителност е този на инвариантност спрямо групата на общите координатни трансформации (дифеоморфизми), но малко се знае относно теорията на представянията на тази група. Може би истинската тайна на квантовата гравитация ще може да се разгадае, след като

бъде по-добре изяснена теорията на представянията на групата на дифеоморфизмите и на калибровъчната група.

Моето убеждение е, че по-нататъшният прогрес към разбирането на най-основните съставлящи на вселената ще изисква физиците да се откажат от вече вкаменилата се идеология на суперсиметрията и на суперструнната теория, която доминира през последните две десетилетия. Когато направят това, те вероятно ще установят, че удивително богатото взаимодействие на квантовата теория на полето и математиката е само началото на породената от него революция в тези две области на знанието.

Бележки на преводача

[1] Абеловата награда за математика е създадена през 2001 от норвежкото правителство като еквивалент на Нобеловата награда. Първата Абелова награда е присъдена през 2003 на френския математик Жан-Пиер Сер.

[2] Виж гл. 12, Светът на физиката, кн. 2, 2010.

[3] Превод на статията “Струнна панорама” на Матю Чалмърс е подготвен за печат в Светът на физиката.

[4] Съскинд умело прилага този възглед в защита на Дарвиновата еволюционна теория (L. Susskind. *DARWIN's LEGACY*. “Physics World”, July 2009, p. 45; превод на тази статия ще бъде отпечатан в следващ брой на Светът на физиката).

[5] L. Susskind. *The Cosmic Landscape: String Theory and the Illusion of Intelligent Design*. Brown-Co, 2005.

[6] Преведена и на български.

[7] Виж също българското издание на книгата на Брайън Мей, Патрик Мур и Крис Линтън “Взривът! Пълна история на Вселената”. Изд-во СИЕЛА, София, 2006.

(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 (със съкращения): **М. Бушев**

ИНТЕРЕСНИ УЕБ СТРАНИЦИ

О. Йорданов

Scientix: Уеб страницата е на обществото за научно образование в Европа, което се стреми да обедини и координира усилията на учители, изследователи, хора определящи научните политики, родители и др. Страницата предлага учебни материали и научни доклади от европейски проекти, финансирани от 6-ата и 7-ата рамкови програми. Обхванати са почти всички научни области, включително, разбира се, и кралицата на науките, физиката. Началото на уеб страницата е поставено през май 2010 г. За да ползвате всички ресурси, е необходима регистрация, която обаче е безплатна. Редакцията благодарим на Ц. Христова, учителка по физика в Правец, че ни насочи към този линк (<http://www.scientix.eu/web/guest/home>).

Когато земята се тресе: По повод стогодишнината от основаването си, сеизмологическата обсерватория в Берген, Норвегия, създава уеб страница, на която може да се намери богата информация за земетресения и други тектонични процеси. Подробен увод в сеизмологията, който не изисква особени предварителни познания, е достъпен на английски и норвежки и е секционирен за деца, за ученици и учители, и др. Темите са прекрасно онагледени с множество анимации. Богат снимков материал илюстрира последиците от някои от най-силните земетресения. Страницата непрекъснато се осъвременява с информация за почти всички по-значими земетресения, които „удрят“ ежедневно по целия глобус (<http://www.geo.uib.no/seismo/nnsn>).

Биолюбопитен: През месец февруари 2005 година, двама докторанти по физика, Андре Браун и Филип Джонсон, създават блог, посветен на биологията и по-специално взаимовръзката ѝ с физиката. Блогът не се оказва „еднодневка“ и се поддържа и до днес. Още от първия постинг, „Какво е системна биология?“, ударението е върху количественото описание на биологическите обекти и връзките между тях. Много любопитни факти и теми могат да се намерят на страницата. Примери: как електрическите змиорки произвеждат напрежение, какви механизми предизвикват фракталните форми на бактериалните колонии, как бактериите могат да бъдат изучавани с атомно силов микроскоп, как многомащабната структура на крилата на някои насекоми (включително и до наноразмери) е „отговорна“ за красивите им цветове и много други. Подобно на широко известната астрономическа страница Андре и Филип предлагат и картина „Молекула на месеца“ с кратко обяснение. (<http://biocurious.com>).

АНТИ-НОБЕЛОВИ НАГРАДИ

М. Замфиоров

Церемонията по връчване на тазгодишните Анти-Нобелови награди бе проведена на 30 септември 2010 г. в Харвард Сандърс Тиътър. В програмата на тазгодишната церемония бе включена микрооперата „Бактериална“, либретото на която разказва „за микроб, живеещ в предния зъб на жена, както и за самата дама“.

Анти-Нобеловите награди са учредени през 1991 г. от Марк Ейбрахамс, основател и редактор на списанието „Годишник на невероятните изследвания“ и няколко университетски организации от Харвард и Радклиф. Ако не бяха тези престижни отличия, някои от най-странните научни изследвания щяха да останат в забвение. „Целта на тези награди е да бъде почетено необичайното творчество и богатото човешко въображение, както и да се стимулира интересът на хората към науката, медицината и технологиите“, споделя Ейбрахамс. Всички изследвания са реални и са публикувани в престижни научни и медицински издания. Въпреки това, за разлика от Нобеловите лауреати, носителите на Анти-Нобеловите награди не получават пари и признание и на практика нямат никакви шансове да преобразят науката или медицината.



По традиция Анти-Нобеловите награди бяха връчени на отличените от носители на Нобелова награда. Встъпителната реч на наградените бе ограничена до 60 секунди. Научната идея трябваше да бъде представена за 24 секунди, а обяснението да стане само със 7 думи. За да не допуснат прекалено дълги речи, организаторите бяха поканили 8-годишно момиченце, което от време на време викаше: „Стига! Скучно ми е!“ Цялата церемония може да бъде видяна в YouTube на адрес: <http://www.youtube.com/watch?v=oIKnFZhCr2k>.

Анти-Нобелова награда за физика на 20-ото издание получиха Лиан Пъркин, Шийла Уилямс и Патриша Прийст, учени от университета в Отаго, Нова Зеландия, които установили, че *носенето на чорапи върху обувките предпазва от хлъзгане на леда* [1].

Анти-Нобеловата награда за медицина спечелиха двама холандски изследователи – Саймън Ритвелд от Университета в Амстердам и Иля ван Беест от Тилбургския

Университет, за откритието, че *можете да лекувате астмата си, возейки се на влакче на ужасите* [2].

Анти-Нобеловата награда за химия бе връчена на Ерик Адамс от МТИ, Скот Соколофски от Тексаския Университет и Стивън Масутани от Хавайския Университет, както и Бритиш Петролиум, за *опровергаването на мита, че нефт и вода не могат да бъдат смесени* [3].

Анти-Нобеловата награда за биология бе присъдена на Либиан Жанг, Мин Тан, Гуанджиан Жу, Джианпинг Йе, Тию Хонг, Шани Жоу, и Шуи Жанг от Китай и Гарет Джоунс от Бристолския Университет във Великобритания, за *описанието на оралния секс при прилепите* [4].

Анти-Нобеловата награда за инженерни науки бе връчена на Карина Ачеве-до-Уайтхаус и Агнес Рока-Госелин от Асоциацията за животните в Лондон и Даян Джендрон от Националния Политехнически Институт в Мексико за *разработката на метод за събиране на сополите на китове с помощта на радиоуправляеми модели на хеликоптери* [5].

Анти-Нобеловата награда за транспортно планиране за втори път печелят японски учени за изследванията си върху слузеста плесен. Преди те доказаха, че плесените в тинята могат да „решават“ ребуси (Анти-Нобелова награда за 2008). Сега екипът на Тошиюки Накагаки, Рйю Кобаяши, Ацуши Теро, Сейджи Такаги, Тецу Сайгуса, Кентаро Ито, Кенджи Юмики, както и Дан Беър и Марк Фрикър от САЩ са *съставили карти с помощта на плесента, с които се установяват най-оптималните железопътни маршрути* [6].

Анти-Нобеловата награда за здравеопазване взимат Мануел Барбеито, Чарлз Матюс и Лари Тейлър от Управлението за Промислена безопасност и здраве (Мериленд, САЩ), взимат тази награда за *научното доказателство, че микробите повече обичат брадатите учени* [7].

Анти-Нобеловата награда за мениджмънт е високо оценената математически доказана теория на Алесандро Плучино, Андреа Рapisарда и Чезаре Гарофало от Университета в Катаня (Италия), че *организациите ще станат по-ефективни, ако повишенията на служителите се извършват на случаен принцип* [8].

Анти-Нобеловата награда за мир бе присъдена на Ричърд Стивънс и негови студенти – Джон Аткинс и Андрю Кингстън от Университета Кийли (Великобритания), за *откритието, че ругатните помагат за облекчаване на болката* [9].

Анти-Нобеловата награда за икономика бе дадена на висшите мениджъри и директори на Голдман Сакс, Ей Ай Джи, Лиман Брадърс, Беър Стърнс, Мерил Линч и Магнетар за *разработването и внедряването на нови методи за финансово инвестиране, които увеличават максимално печалбата и свеждат до минимум финансовия риск* [10].

[1] Lianne Parkin, Sheila Williams, and Patricia Priest, Preventing Winter Falls: A Randomised Controlled Trial of a Novel Intervention, New Zealand Medical Journal, **122**, No 1298, July 3 (2009) 31-8.

[2] Simon Rietveld and Ilja van Beest, Rollercoaster Asthma: When Positive Emotional Stress Interferes with Dyspnea Perception, Behaviour Research and Therapy, **45** (2006) 977-87.

[3] Eric Adams and Scott Socolofsky, Review of Deep Oil Spill Modeling Activity Supported by the Deep Spill JIP and Offshore Operator's Committee. Final Report.

[4] Min Tan, Gareth Jones, Guangjian Zhu, Jianping Ye, Tiyu Hong, Shanyi Zhou, Shuyi Zhang and Libiao Zhang, Fellatio by Fruit Bats Prolongs Copulation Time, PLoS ONE, **4**, No. 10, e7595.

[5] Karina Acevedo-Whitehouse, Agnes Rocha-Gosselin and Diane Gendron, A Novel Non-Invasive Tool for Disease Surveillance of Free-Ranging Whales and Its Relevance to Conservation Programs, Animal Conservation, **13**, No 2, April (2010) 217-225.

[6] Atsushi Tero, Seiji Takagi, Tetsu Saigusa, Kentaro Ito, Dan P. Bebbler, Mark Fricker, Kenji Yumiki, Ryo Kobayashi, Toshiyuki Nakagaki, Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design, Science, **327**, No 5964, January 22 (2010) 439-442.

[7] Manuel S. Barbeito, Charles T. Mathews, and Larry A. Taylor, Microbiological Laboratory Hazard of Bearded Men, Applied Microbiology, **15**, No 4, July (1967) 899-906.

[8] Alessandro Pluchino, Andrea Rapisarda, and Cesare Garofalo, The Peter Principle Revisited: A Computational Study, Physica A, **389**, № 3, February (2010) 467-72.

[9] Richard Stephens, John Atkins, and Andrew Kingston, Swearing as a Response to Pain, Neuroreport, **20** (2009) 12, 1056-1060.

[10] Goldman Sachs, AIG, Lehman Brothers, Bear Stearns, Merrill Lynch, Magnetar.

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

БАНКОВА СМЕТКА НА СФБ
BG82CREX92601013508300
BIC: CREXBGSF
ТОКУДА БАНК АД

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМ XXXIII

НОБЕЛОВИ НАГРАДИ 2010

НАУКАТА

- Д. Динев – Големият адронен колайдър (LHC) започна работа
 – В. А. Рубаков – Йерархията на фундаменталните константи
 – Ленард Съскинд – Дарвиновото завещание
 – 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
 – Иван Николов – Фотонната метрология
 – Динко Динев – Магнитният момент на мюона задава въпроси
 – Сергей Попов – Хипотези в астрофизиката: с какво тъмната материя е по-добра от НЛО?
 – Й. Намбу – Спонтанното нарушение на симетриите във физиката на високите енергии
 И. Ф. Гинзбург – Нерешените проблеми на фундаменталната физика
 – Ю. Манин – Размишления за аритметичната физика

ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

- Давид Хилберт – Естествознание и логика

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- М. Бушев – За съобразената пътна скорост и за несъобразеното обучение по физика
 – В.А.Арнолд – Как са били избирани и как са били ликвидирани френските академици
 – А.В.Юревич, И.П.Цапенко – Наука и политика
 – Н.Балабанов – Когато физиците се шегуваха
 – Ф. Дайсън – Въпросът за глобалното затопляне
 – Л. И. Пономарьов – В защита на науката

ИСТОРИЯ

- И. Тодоров – Александър Гротендик – математик, бунтар, отшелник
 – Александър Гротендик – Прощаване или: сред чужденците
 – Н.Ахабабян – Нелегалният академик Коля Дмитриев
 – М.Ребров – Легенди и истини за сивия кардинал

CONTENTS OF VOL. XXXIII

Стр/page

NOBEL PRIZES 2010 381

THE SCIENCE

- D. Dinev – The Large Hadron Collider (LHC) is functioning 1
 – V. A. Rubakov – Hierarchies of fundamental constants..... 14
 – Leonard Susskind – Darwin's Legacy 27
 – 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
 – I. Nikolov – Photon Metrology 253
 – D. Dinev – Muon's Magnetic Moment Sets Questions 264
 – S. Popov – Hypotheses In Astrophysics: What Makes Dark Matter Better Than UFO?..... 272
 – Y. Nambu – Spontaneous symmetry breaking in physics of high energies..... 384
 – I. F. Ginzburg – The unsolved problems of fundamental physics..... 391
 – Y. Manin – Some thoughts on arithmetical physics... 399

PHYSICS AND MATHEMATICS

- D. Hilbert – Natural Science and Logic 293

SCIENCE AND SOCIETY

- M. Bushev – About the Appropriate Road Speed and the Inappropriate Physics Teaching..... 86
 – 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
 – F. Dyson – The question of global warming 405
 – L. I. Ponomaryov – In defence of science 417

HISTORY

- I. Todorov, Alexander Grothendiek – a mathematician, a rebel and a recluse..... 32
 – Alexander Grothendiek – Farewell or: living with strangers..... 58
 – N.Ahababyan – The illegal Academician Kolja Dmitriev 180
 – M.Rebrov – Legends and truths about the gray Cardinal..... 201

- Никола Балабанов – Андре-Мари Ампер (“Нютон на Електричеството”)
 – Няколко нови снимки от живота на проф. Елисавета Карамихайлова
 – И. Азманов, В. Вангелова – Георги Наджаков и Гьотингенската академия на науките
 – К. Коленцов – И физикът – теоретик може да е изобретател. Приносът на акад. Христо Я. Христов в изобретателското дело
 – Г. Камешева – Симпозиумът Корените на физиката в Европа

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

- Р. Конова, В. Ангелска – Физиката и животът около нас

ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНОСТ

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

ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА

- Лий Смолин – Пред лицето на непълната информация
 – Пол Дейвис – Квантовият живот
 – Д. Блейр – Гравитационна астрономия за първокурсници

ФИЗИКА И ФИЛОСОФИЯ

- А. Стефанов – Разбираем ли е квантовият свят?

ФИЗИКА И ОБЩЕСТВО

- К. Сейгън – Пришълците
 – Владимир Успенски – Проблем за милион долара
 – В памет на акад. Владимир Арнолд (1937-2010)
 – Фр. Лалое, Р. Мосери – Библиометричното оценяване на индивидуалните учени: нито правилно, нито дори грешно

PERSONALIA

- Проф. д-р Параскева Симова на 90 години
 – Член-кор. Стефан Кънев на 80 години
 – И.Лалов, Ц.Попов – Акад. М.Матеев на 70 години
 – Д. В.Ширков – Из “Спомени за Николай Николаевич Боголюбов”

- N. Balabanov – André-Marie Ampère (“Newton of Electricity”)..... 285
 – A several new photographs of Prof. Elisaveta Karamihaylova's life 426
 – I. Azmanov, V. Vangelova – Georgi Nadzhakov and Gottingen academy of sciences..... 429
 – K. Kolentsov – A physicist-theoretician can also be an inventor. Acad. Hristo Y. Hristov's contribution. 433
 – G. Kamisheva – Symposium Roots of physics in Europe 435

PHYSICS AND TEACHING

- R. Konova, V. Angelska – Physics and Life Around us..... 78

INTERDISCIPLINARITY

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

PHYSICS AND METAPHYSICS

- L. Smolin – Before the Face of Incomplete Information 326
 – P. Davies – Quantum Life 338
 – D. Blair – Gravitational astronomy for first-year university students 423

PHYSICS AND PHILOSOPHY

- A. Stefanov – Is the Quantum World Understandable?..... 62

PHYSICS AND SOCIETY

- C. Sagan – The Aliens..... 74
 – V. Uspenski – A Million-Dollar Problem 301
 – In Memory of acad. Vladimir Arnold (1937-2010)..... 308
 F. Laloë, R. Mosseri – Bibliometric Assessment of Individual Scientists: neither right, nor even wrong 320

PERSONALIA

- Prof. Dr Paraskeva Simova – 90 years old 95
 – Corr. Member Stefan Kunev – 80 years old 97
 – I.Lalov, Ts.Popov – Acad. M.Mateev is 70 228
 – D. V. Shirkov – From “Memories about Nikolay Nicolaevich Bogolyubov” 351

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

– 100 години от рождението на академик
Н. Н. Боголюбов
– О. Йорданов – Физика на конкуренцията
и конфликтите
– Стойчо Язаджиев – Семинар в памет
на доц. Ал. Донков
– Ганка Камишева – Бъдещето на Европейското
Физическо Дружество

КНИГОПИС

– Н. Ахабабян – Търси и ще намериш
– С. Рашев – За науката и религията
– И. Тодоров – Математиката като метафора (Манин
и Дайсън)
– А. Г. Петров – Постижения на приложната физика
във ФИ с АНЕБ и ИФТТ
– Л. Вацкичев – По магистралите на ядрената
физика
– Д. Ендърби – Красива странност

IN MEMORIAM

– Акад. Виталий Л. Гинзбург (1915-2009)
– Проф. дфмн Цветан Вълов (1941-2009)
– Проф. дфн Марин Маринов (1930-2009)
– Проф. дфн Благой Амов (1931-2010)
– Акад. проф. дфмн Матей Драгомиров Матеев
– В памет на проф. д-р Параскева Симова
(1920-2010)
– Проф. дфмн Владимир Георгиев Шкодров
(1930-2010)

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

– П. Войт – Не е даже погрешна – I част
– П. Войт – Не е даже погрешна – II част
– П. Войт – Не е даже погрешна – III част
– П. Войт – Не е даже погрешна – IV част

ИНТЕРЕСНО

– О. Йорданов – Интересни уеб-страници

АНТИ-НОБЕЛОВИ НАГРАДИ ЗА 2010 г.

– М. Замфиров – Анти-Нобелови награди за 2010 г.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМ XXXIII

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМОВЕ XXIV-XXXIII

АВТОРСКИ ИНДЕКС НА ТОМОВЕ XXIV-XXXIII

SCIENTIFIC LIFE

– Acad. Bogoliubov's centennial
anniversary..... 70
– O. Yordanov – Physics of Competition
and Conflicts 71
– S. Yazadjiev – Seminar in Memory
of assoc. prof. Al. Donkov 346
– G. Kamisheva – The Future of
European Physical Society..... 348

BIBLIOGRAPHY

– N. Ahababyan – Seek and You will Find 88
– S. Rashev – About Science and Religion..... 92
– I. Todorov – Mathematics as a metaphor
(Manin and Dyson) 443
– A. G. Petrov – Achievements of applied
physics in ISSP and INRNE..... 454
– L. Vatskichev – On the high-ways
of nuclear physics 456
– D. Endurby – Beautiful strangeness..... 458

IN MEMORIAM

– Acad. Vitaly L. Ginsburg (1915-2009) 99
– Prof. Dsc Tsvetan Vulov (1941-2009) 103
– Prof. Dsc Marin Marinov (1930-2009) 104
– Prof. D.Sci. Blagoy Amov (1931-2010) 232
– Acad. prof. DSc Matey Dragomirov Mateev 350
– In memory of prof. Paraskeva Simova,
PhD (1920-2010) 441
– Prof. Vladimir Georgiev Shkodrov, D. Sc.
(1930-2010)..... 441

SERIAL

– Peter Voit – Not even Wrong – Part I 105
– P. Voit – Not even wrong – Part II 233
– P. Voit – Not even Wrong – Part III 362
– P. Voit – Not even Wrong – Part IV 462

INTERESTING

– O. Yordanov – Interesting web-pages..... 480

IG-NOBEL PRIZES 2010

– M. Zamfirov – Ig-Nobel prizes for 2010 481

CONTENTS of v. XXXIII 484

CONTENTS of vv. XXIV-XXXIII 487

AUTHOR INDEX of vv. XXIV-XXXIII 501

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА
ТЕМАТИЧНО СЪДЪРЖАНИЕ

на последните 10 тома: от XXIV – 2001 г. (24/01) до XXXIII – 2010 г. (33/10)

ДУМИ НА НОВИЯ/СТАР ГЛАВЕН РЕДАКТОР

* Продължаваме. Въпреки – 31/08, №1, 1

НОБЕЛОВИ НАГРАДИ

Динев, Д. – Нобелови награди 2010 – 33/10, №4, 381
Попиц, Р. – Нобелова награда за мир за 2005 г. – 29/06,
№1, 8
Протохристов, Хр. – Нобелова награда по физика 2005
г., за приноси в квантовата оптика. – 29/06, №1, 1
Узунов, Д. – Нобеловата награда по физика за 2003 г.:
за теорията на свръхпроводимостта и свръхфлуид-
ността – 27/04, №1, 3
* Нобеловите награди за 2001 г. – 24/01, №4, 303
* Нобеловите награди за 2002 г. – 25/02, №4, 303
* Нобеловите награди за 2003 г. – 26/03, №4, 303
* Нобеловите награди за 2004 г. – 27/04, №4, 303
* Нобеловите награди за 2005 г. – 28/05, №4, 373
* Нобеловите награди за 2006 г. – 29/06, №4, 373
* Нобелови награди 2007 г. – 30/07, №4, 373
* Нобелови награди 2008 г. – 31/08, №4, 385
* Нобелови награди 2009 г. – 32/09, №4, 377

ЖАЛОНИ НА СТОЛЕТИЕТО

Гинзбург, В. Л. – За някои успехи на физиката и ас-
трономията през последните три години – 26/03,
№1, 3
Кларк, А. – Предсказанията на сър Артур Кларк за
XXI век – 24/01, №1, 8
Лорд Келвин – Облаците на 19-ти век над динамич-
ната теория на топлината и светлината – 24/01,
№1, 3
Пенроуз, Р. – Математическата физика на 20-и и
21-ви век – 25/02, №2, 103

НАУКАТА

Абрикосов, А. – Свръхпроводници от втори род и
вихрова решетка 28/05, №1, 22
Айнщайн, А. – Елементарен извод на еквивалент-
ността на маса и енергия – 25/02, №2, 120
Алешин, Ал. – Транзисторът – на 50 год. и след това
– 24/01, №1, 17
Алфьоров, Ж. – Физиката на прага на 21-ви век
– 28/05, №3, 250

Ангелов, А. – Ускоряване на заредени частици в
кристали – 31/08, №4, 387
Ахабабян Н. – Скорпионите в бутилката: паралелна
история на създаването на водородните бомби в
САЩ и СССР – 25/02, №1, 21
Балабанов, Б. – Ядрената ойкумена – Н. – 210
Балабанов, Н. — Изкуствената радиоактивност на 70
години – 27/04, №3, 203
Балабанов, Н. – Ядрената ойкумена в края на XX-то
столетие – 24/01, №4
Биленкий, С. – Неутринните осцилации – 28/05, №4,
374
Бурдюжа, В. – Идентификация на тъмната материя
28/05, №2, 135
Бушев, М. – Абрикосов човекът зад нобелиста 28/05,
№1, 32
Бушев, М. – Конгруенции, нумерология и „морето“
на Дирак – 27/04, №3, 211
Бушев, М. – Стандартен и инфлационен модел на
вселената – 30/07, №4, 422
Вапирев, Е. – Съвременни експеримента с двойка
свързани фотони и колапс на вълновата функция
– 24/01, №4, –309
Велтман, М. – От слабите взаимодействия към гра-
витацията – 26/03, №4, 304
Венециано, Г. – Митът за началото на времето –
28/05, №3, 262
Венециано, Г. – Предизвикателство пред теорията на
Големия взрив – 25/02, №2, 138
Вилчек, Ф. – Нобелова лекция – 31/08, №1, 5
Гараб, Г. – Биологичен термооптичен ефект – 28/05,
№4, 400
Гел-Ман, М. – Плектика – науката за простотата и
сложността – 25/02, №4, 311
Георгиев, Цв. – Еволюция и постбиологични циви-
лизации – 27/04, №4, 304
Герценщайн, М. – Страсти по черните дупки – 24/01,
№2, 128
Гинзбург, И. – Нерешените проблеми на фундамен-
талната физика – 33/10, №4, 391
Горобец, Б. – Грешеше ли Ландау? – 31/08, №3, 269
Горобец, Б. – Скрижалите на Ландау – 31/08, №2, 137
Грос, Д. – Нобелова лекция: Откриването на асимпто-

- гичната свобода и раждането на теорията на силните взаимодействия II част – 30/07, №3, 249
- Грос, Д. – Нобелова лекция: Откриването на асимптотичната свобода и раждането на теорията на силните взаимодействия I част – 30/07, №2, 125
- Дайсън, Фр. – Пеперуди и суперструни 28/05, №1, 38
- дел'Аверсана, П. и Г. П. Нейтсел – Кога течностите остават сухи – 25/02, №3, 215
- Динев, Д. – 2004 г. донесе интересни резултати във физиката на частиците и в ядрената физика. 28/05, №2, 139
- Динев, Д. – В търсене на идеалната леща – 31/08, №1, 30
- Динев, Д. – В търсене на изгубената симетрия – 32/09, №2, 150
- Динев, Д. – Възможно ли е движение със скорост по-голяма от скоростта на светлината във вакуум? Експеримент на Л. Уанг и сътрудници – 30/07, №3, 259
- Динев, Д. – Големият адронен колайдър (LHC) започна работа – 33/10, №1, 1
- Динев, Д. – История на ускорителите в СССР – 27/04, №4, 314
- Динев, Д. – Квантов тунелен ефект и движение със свръхсветлинна скорост – 30/07, №4, 394
- Динев, Д. – Лазери със свободни електрони – 25/02, №4, 304
- Динев, Д. – Магнитният момент на мюона задава въпроси – 33/10, №3, 264
- Динев, Д. – Материали с отрицателен показател на пречупване – 29/06, №1, 12
- Динев, Д. – Мощни импулсни неутронни източници, базирани върху ускорители – 24/01, №3, 203
- Динев, Д. – Охлаждане на снопове частици – 26/03, №3, 203
- Динев, Д. – Фабрики за частици – 25/02, №2, 112
- Динев, Д. – Химическите елементи стават по-тежки – 32/09, №4, 392
- Динев, Д. – Квантуване в гравитационно поле – експерименти със свръхохладени неутрони – 29/06, №2, 144
- Дурани, П. Роджерс – Физиката: минало, настояще и бъдеще – 30/07, №4, 377
- Кейн, Г. – Загадките на масата – 29/06, №4, 387
- Кибъл, Т. – Динамика на фазовите преходи в лабораторията и във Вселената – 32/09, №4, 417
- Колман, П. и А. Скофийлд – Квантова критичност 28/05, №2, 125
- Копринаров, Н. и М. Константинова – Въглеродни наноструктури в нанотехнологиите – 26/03, №1, 11
- Коуи, Дж. М. Д. – Бъдещето на магнетизма – 26/03, №3, 215
- Крабтрий, Дж. и Д. Нелсън – Физика на вихрите във високотемпературни свръхпроводници – 26/03, №4, 321
- Лалов, И. – Геофизичните среди в земното ядро и мантия като кондензирана материя – 33/10, №2, 225
- Ливио, М. – Десетте най-важни открития на “Хъбъл” – 30/07, №4, 412
- Лукаш, В. и Е. Михеева – Актуални проблеми на космологията – 31/08, №2, 129
- Мадър, Дж. – От Големия взрив до Нобеловата награда и по-нататък (Нобеловата лекция, 2006 г.) – 32/09, №3, 253
- Мадър, Дж. – От Големия взрив до Нобеловата награда и по-нататък (Нобелова лекция, 2006) – II част – 32/09, №4, 381
- Максимов, Е. – Стайна свръхпроводимост – 32/09, №1, 23
- Манин, Ю. – Размишления за аритметичната физика – 33/10, №4, 399
- Менский, М. – Квантовата механика: нови експерименти, нови приложения и нови формулировки на старите въпроси (част I) – 27/04, №2, 117
- Менский, М. – Квантовата механика: нови експерименти, нови приложения и нови формулировки на старите въпроси (част II) – 27/04, №3, 215
- Найденкова, С., Л. Тодорова М. Денчева-Заркова и А.Г. Петров – Приложения на нано-размерни течнокристални структури – 29/06, №2, 131
- Намбу, Й. – Спонтанното нарушение на симетриите във физиката на високите енергии – 33/10, №4, 384
- Николов, И. – Око и зрението – 32/09, №3, 268
- Николов, И. – Фотонната метрология – 33/10, №3, 253
- Новиков, И. – Ще променим ли представата си за миналото? – 27/04, №1, 21
- Нуделман, Р. – Съдбата на вселената – 26/03, №3, 220
- Панчев, Ст. – Неустойчивост и хаос в Слънчевата система – 24/01, №2, 103
- Петров, Н. и Р. Гуляев – Първи интерферометрични наблюдения на S-короната на Слънцето – 27/04, №2, 110
- Пийчман, Х. – Неутриното минало, настояще и бъдеще – 30/07, №1, 14
- Полицер, Х. – Дилемата на авторството – 32/09, №2, 129
- Попов, С. – Хипотези в астрофизиката: с какво тъмната материя е по-добра от НЛО? – 33/10, №3, 272
- Протохристов, Хр. – Реликтовото излъчване (Нобелова награда по физика за 2006) – 30/07, №1, 1

- Протохристов, Хр. – Природни ядрени реактори – 28/05, №1, 1
- Рижикова, С. – Сеизмичност на Софийската котловина – 32/09, №2, 164
- Риърдан, М. и Л. Холъсън – Мойсей на Силициевата долина – 24/01, №3, 234
- Ровели, К. – Диалог върху квантовата гравитация – 27/04, №3, 224
- Розентал, И. и А. Чернин – Вакуумът – основен проблем на фундаменталната физика – 29/06, №2, 125
- Рубаков, В. – Йерархията на фундаменталните константи – 33/10, №1, 14
- Рубаков, В. А. – Многомерни модели във физиката на частици – 27/04, №4, 333
- Рубаков, В. А. – Физика на частиците и космология: състояние и надежди – 24/01, №4, 316
- Рукс, М. – Наистина има много място – 25/02, №2, 126
- Санюк, В. и А. Суханов – Дирак във физиката на XX век – 29/06, №3, 259
- Санюк, В. и А. Суханов – Дирак във физиката на XX век II част – 29/06, №4, 374
- Смолин, Л. – Криза във фундаменталната физика – 30/07, №2, 154
- Стоянов, Ч., П. Петков и Л. Костов – Електромагнитни преходи в атомните ядра – средство за изучаване на ядрената структура – 26/03, №2, 108
- Съселов, Д. – Извънслънчеви планети – 31/08, №4, 402
- Съскинд, Л. – Дарвиновото завещание – 33/10, №1, 27
- Съслов, Д. – За звездите и тромпетите – 24/01, №1, 11
- ’т Хофт, Г. – Противоборство с безкрайността – 25/02, №3, 203
- ’т Хуфт, Г. и др. – Теория на всичкото? – 28/05, №4, 391
- Тодоров, Ив. – Имат ли суперструните алтернатива? – 27/04, №2, 103
- Торн, К. – Изкривяване на пространство-времето (I част) – 32/09, №1, 6
- Торн, К. – Изкривяване на пространство-времето, II част – 32/09, №2, 140
- Трифонов, Д. – Съотношението за неопределеност на Шрьодингер и неговите минимизиращи състояния – 24/01, №2, 107
- Уайнбърг, С. – Грешките на Айнщайн – 29/06, №3, 249
- Узунов, Д. – Бозе-Айнщайновата кондензация: парадигма и реалност – 25/02, №1, 3
- Уил, К. – Нови експерименти в гравитационната физика – 31/08, №3, 257
- Уитън, Е. – Дуалност, пространство-време и квантова механика – 24/01, №2, 117
- Фаднър, У. Л. – Наистина ли Айнщайн открива „ $E = mc^2$ “? – 24/01, №3, 218
- Форо, Л. и К. Шьонебергер – Въглеродните нанотръбички материали на бъдещето – 30/07, №2, 142
- Цонев, Л. и Д. Колев – Мегалитите в България през погледа на един физик – 33/10, №2, 234
- Чалмърс, М. – Струнна панорама – 33/10, №2, 257
- Чолаков, В. – Колайдърът HERA изпълни своята роля – 31/08, №4, 394
- Шустов, Б. – Големите оптични телескопи на бъдещето – 29/06, №1, 19

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- Барадей, М. – Един възможен свят – 29/06, №4, 396
- Барлоу, Т. – Рискът да знаем прекалено много – 25/02, №2, 160
- Бежанов, Д. – Новата мисия на науката – 32/09, №1, 44
- Бушев, М. – За съобразената пътна скорост и за не-съобразеното обучение по физика – 33/10, №1, 86
- Вайскопф, В. – Моят живот като физик – 25/02, №4, 349
- Велчев, Н. – Всички дефекти на участието с комбиниран фиш в тото игрите – 30/07, №3, 287
- Велчев, Н. – Ретроспективен поглед към научно-публикационната дейност у нас през годините 1960-1980 – 32/09, №4, 428
- Дайсън, Ф. – Въпросът за глобалното затопляне – 33/10, №4, 405
- Дайсън, Ф. – Немодни занимания – 24/01, №4, – 346
- Динев, Д. – Има ли полза от научните изследвания? – 32/09, №1, 30
- Динев, Д. – Международен форум “Физика и общество”, 19-22.04.2006, Грац, Австрия – 29/06, №4, 403
- Замфиров, М. – Вселената е в твоите ръце – 31/08, №4, 471
- Крос, Л. – От какво се безпокоят физиците днес? – 29/06, №3, 293
- Новиков, С. П. – Кризата на физико-математическата общност в Русия и на Запад през втората половина на XX век – 29/06, №1, 48
- Новиков, С. П. – Кризата на физикоматематическата общност в Русия и на Запад през втората половина на XX век – 29/06, №2, 162
- Пенев, В. – Колективният труд в науката – 32/09, №3, 286
- Пономарьов, Л. – В защита на науката – 33/10, №4, 417

- Уитър, Д. – Ценността на безполезните изследвания – 26/03, №3, 261
- Фридкин, В. – Записки на привилегирования (част I) – 31/08, №1, 73
- Фридкин, В. – Записки на привилегирования (част II) – 31/08, №2, 167
- * Изказване на Тони Блеар по въпроси на науката пред Кралското общество – 25/02, №4, 344
- * Интервю на акад. Юрий Сергеевич Осипов – 31/08, №4, 461
- * Слово на г-н Иван Костов – 24/01, №1, 34
- * Реч на президента Обама пред Националната академия на науките – 32/09, №3, 275

НАУКА И ПРИЛОЖЕНИЯ

- Варламов, А. и Дж. Балестрино – Физика на приготвяне на кафето – 25/02, №1, 57
- Велчев, Н. – Някои възможности от физическа гледна точка за вероятностен успех в игрите ТОТО 2 – 26/03, №3, 250
- Израел, М. и П. Чобанов – Нискоинтензивни нейонизиращи лъчения – 24/01, №2, 135
- Памела, Ж. и М. Шателие – Първите Токамаци по проекта ITER – 26/03, №2, 147
- Попиц, Р. – Норми за радиационна защита. Новите норми в България – 25/02, №1, 52
- Пеем, Д. – Лазерният синтез има попълтен вятър – 26/03, №4, 360
- * Енергия на бъдещето – 25/02, №2, 162

ОБУЧЕНИЕ

- Балабанов, Н. – Обучението по физика и опазването на околната среда – 26/03, №1, 67
- Бушев, М. – Световна година на физиката – 26/03, №4, 377
- Вацкичев, Л. – Дискусия на тема “Матурата по физика и приемът във висшите у-ща” – 26/03, №1, 65
- Вацкичев, Л. – Да си кажем кривичите – 25/02, №1, 45
- Вацкичев, Л. и М. Вацкичева. – Физични задачи с изненади – 28/05, №3, 308
- Вацкичев, Л. – Ученически конкурс „Уреди за кабинета по физика“ – 28/05, №4, 455
- Вацкичева, М. – Образна “диагностика” на учебния физичен експеримент 28/05, №2, 220
- Де Волф, Е. – Въздействието на физиката върху обществото и ролята на обучението по физика в училище 28/05, №1, 54
- Златкова, Е., К. Коленцов и Г. Русева – Физиката в

- действие – ученически конкурс за изработка на уреди – 26/03, №4, 375
- Капусцик, Е. – Правилно ли е обучението по физика? – 27/04, №4, 377
- Коленцов, Кр. и Св. Панайотова – Физиката в действие – 27/04, №4, 379
- Лазарова, П. – Опазването на околната среда през погледа на младите – 25/02, №4, 370
- Русева, Г. – Конкурсът мина ... да живее конкурсът – 25/02, №4, 372
- Филип, Г. – Университетът, хванат в капан – 24/01, №4, 360
- * Конкурс за изработване на лабораторни пособия и уреди за кабинета по физика – 25/02, №2, 170

ИСТОРИЯ

- Азманов, И. и В. Вангелова – Георги Наджаков и Гьотингенската академия на науките – 33/10, №4, 429
- Андрейчин, Р. – Спомени за катедра Опитна физика – 32/09, №4, 449
- Ахабабян, Н. – Луи де Бройл: принц в науката и аристократ на духа 28/05, №1, 67
- Ахабабян, Н. – Ервин Шрьодингер: един консерватор сред революционерите – 27/04, №1, 24
- Ахабабян, Н. – Нелегалният академик Коля Дмитриев – 33/10, №2, 280
- Ахабабян, Н. – Френската атомна бомба: политиката като средство за постигане на научно-технически цели – 30/07, №2, 184
- Ахабабян, Н. – Фредерик Жолио-Кюри: ангажираният учен – 26/03, №3, 225
- Ахабабян, Н. – А.Л.Чижевски: ученият-романтик – 32/09, №4, 432
- Балабанов, Н. – Емилио Сегре един от алхимиците на XX век (част I) 28/05, №2, 151
- Балабанов, Н. – Всичко започва от Галилей – 29/06, №2, 178
- Балабанов, Н. – Краят на една хилядолетна догма – 32/09, №2, 200
- Балабанов, Н. – Е. Сегре един от алхимиците на 20 век (2 част) – 28/05, №3, 280
- Балабанов, Н. – Андре-Мари Ампер (“Нютон на Електричеството”) – 33/10, №3, 285
- Балабанов, Н. – Феноменален учен, гениален изчислител, любимец на монарсите (300 години от раждането на Леонард Ойлер) – 30/07, №3, 305
- Бахметьев, П. – Какво нещо е физически институт – 27/04, №4, 365

- Бернардини, К. – Момчетата от улица Панисперна – 26/03, №2, 121
- Блох, Ф. – Спомени за Хайзенберг и първите дни на квантовата механика – 25/02, №2, 142
- Бушев, М. – Айнщайновата Annus Mirabilis 1905 – 27/04, №1, 42
- Бьоркен, Дж. – Бъдещето на квантовата теория – 24/01, №4, 334
- Вацкичев, Л. – Електронният Прометей – 32/09, №2, 209
- Вацкичев, Л. – Кой е първооткривателят? – 32/09, №3, 304
- Велчев, Н. – 100 години електроника по света и у нас – 29/06, №1, 60
- Визгин, В. – “Да чуеш зова на бъдещето...” – 28/05, №2, 170
- Гасет, Х. О. – Историческият смисъл на теорията на Айнщайн 28/05, №1, 84
- Голев, В. – Хъбъл и последната голяма война – 25/02, №3, 240
- Гротендик, А. – Прощаване или: сред чужденците – 33/10, №1, 58
- Камишева, Г. – Някои особености в историята на физическите науки в България – 25/02, №2, 152
- Камишева, Г. – Симпозиумът Корените на физиката в Европа – 33/10, №4, 435
- Камишева, Г. – Музей на физическите науки в България – 27/04, №4, 371
- Карсън, К. – Източниците на квантовата теория – 24/01, №4, 337
- Коленцов, К. – И физикът-теоретик може да е изобретател. Приносът на акад. Христо Я. Христов в изобретателското дело – 33/10, №4, 433
- Крауфорд, Е., Р. Смит и М. Уолкер – Как и защо Лизе Майтнер не получава Нобеловата награда – 25/02, №3, 243
- Протохристов, Хр. – От Берлин – Далем до Хирошима – 29/06, №3, 297
- Ребров, М. – Легенди и истини за сивия кардинал – 33/10, №2, 301
- Рехенберг, Х. – Документи и спомени за срещата на Бор и Хайзенберг през 1941 г. – 26/03, №1, 38
- Румер, Ю. Б. – Гьотингенската школа – 26/03, №4, 336
- Сонин, А. – В. Л. Гинзбург пред съда на ВАК 28/05, №2, 163
- Спиърман, Д. – Уилям Роуан Хамилтън (1805-1865) – 31/08, №1, 54
- Таден, Е. – Любов без отклик – 32/09, №3, 307
- Танева-Тончева, В. – Н. Тесла – гений, изпреварил своето време – 32/09, №3, 296

- Тодоров, И. – Александър Гротендик – математик, бунтар, отшелник – 33/10, №1, 32
- Тодоров, И. – Анри Поанкаре – 28/05, №4, 405
- Тодоров, Ив. – Вернер Хайзенберг – I част – 25/02, №1, 38
- Тодоров, И. – Вернер Хайзенберг – II ч. – 25/02, №4, 319
- Тодоров, И. – Две срещи: Крамерс и Хайзенберг – 31/08, №1, 43
- Тодоров, И. – Еварист Галоа – 32/09, №1, 47
- Уилчек, Фр. – Ферми и изясняване природата на материята – 26/03, №1, 21
- Уорик, Е. – Кавендишката лаборатория – 31/08, №4, 423
- Фридкин, Вл. – Първият ксерокс – 26/03, №1, 43
- Хетерингтън, Н. С. – Космологията на Хъбъл – 25/02, №3, 223
- Холтън, Дж. – Борбата на Миликан с теорията – 24/01, №2, 139
- Чернявский, Г. – Златната клетка на учения – 32/09, №1, 62
- Шрьодингер, Е. – Епилог: Детерминизъм и свободна воля (от книгата „Що е животът? От гледна точка на физика”) – 27/04, №1, 39
- * За Юрий Борисович Румер и из неговите „Разкази...” – 26/03, №4, 332
- * Лекцията на Вернер Хайзенберг във „Фарм Хол” (14 август 1945 г.) – 26/03, №2, 128
- * Неизпратено писмо на Нилс Бор до Вернер Хайзенберг по повод... – 25/02, №3, 250
- * Няколко нови снимки от живота на проф. Елисавета Карамихайлова – 33/10, №4, 426

ГОДИШНИНИ

- Андреев, В. – 115 години български метеорологични наблюдения – 25/02, №4, 361
- Ахабабян, Н. – Владимир Векслер: неудържимият – 31/08, №3, 299
- Величкова, Ст. – Професор Стоян Петров – 28/05, №3, 305
- Динев, Д. – Първият изкуствен спътник на Земята – 30/07, №1, 52
- Динев, Д. – Л. Е. Болцман австриецът, който разкри природата на необратимостта – 29/06, №4, 410
- Замфиров, М. – Юбилейно честване на 100 години от рождението на акад. Любомир Кръстанов – 31/08, №4, 450
- Иванова, Н. – 110 години от рождението на Фриц Цвики – 31/08, №4, 443
- Камишева, Г. – ИФТТ на 30 год. – 26/03, №1, 58

- Камишева, Г. – 40 години Европейско физическо дружество – 31/08, №4, 451
- Камишева, Г. – Честване 110-годишнината на Физико-математическото дружество – 31/08, №4, 448
- Коленцов, К. – Доц. Антония Пеева – живот, отдаден на физиката – 26/03, №2, 174
- Кюри, П. – Радиоактивните вещества и по-специално радиат – 29/06, №3, 321
- Кюркчиева, Д. и В. Голев – Международната година на астрономията 2009 предизвикателства, цели и инициативи – 32/09, №1, 1
- Лазарова, П. – СГФ отличия за български физици – 29/06, №2, 211
- Мещеряков, М. – За едно неповторимо и незабвимо време – 29/06, №2, 203
- Протохристов, Хр. – ИИЯИЕ на 30 год. – 26/03, №1, 55
- Спасов, А. – 100 години от рождението на академик Емил Джаков – 31/09, №3, 308
- Тодоров, И. – Логика и вяра: сто години от рождението на Курт Гьодел (1906-1978) – 30/07, №1, 25
- Ценов, Р. – 50-годишнината на ЦЕРН – 28/05, №3, 292
- * Институтът по електроника на БАН на 40 год. – 26/03, №3, 268

ФИЗИКА И ЕКОЛОГИЯ

- Кугелер, К. – Съществува ли ядрен реактор, който да не крие риска от ... – 25/02, №4, 329

ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНОСТ

- Бушев, М. – Интегративните науки и трудностите на тяхното интегриране в науката – 33/10, №2, 320

НАУКА И ПСЕВДОНАУКА

- Бушев, М. – Асенизацията е необходимост! – 25/02, №3, 270
- Инкьов, Д. – Българските глупаци – най-скъпите в света – 25/02, №2, 164
- Мелконян, А. – Глупостта като безкрайност – 25/02, №3, 272
- Митрани, Л. – Твърде много гении – 24/01, №2, 144
- * Енергия за нищо – 25/02, №4, 381
- * Ig-Нобеловите награди за 2001 г. – 25/02, №2, 156

НАУКА И ЛЪЖЕНАУКА

- Ваврзинек, А. – Фалшиви изследователи – 29/06, №2, 212
- Сурдин, В. – Защо астрологията е лъженаука? – 30/07, №3, 315

ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА

- Айнщайн, А. – Наука и религия – 29/06, №4, 417
- Блейр, Д. – Гравитационна астрономия за първокурсници – 33/10, №4, 423
- Бредекамп, Х. – Течна ли е архитектурата? – 29/06, №3, 326
- Бушев, М. – Антропният принцип и неопределеностите в предния край на науката – 31/09, №1, 67
- Бушев, М. – Ще загуби ли науката своя Декартов рай и какво ще последва? – 26/03, №2, 156
- Бушев, М. – Метаматематиката на Гьодел и съвременната (мета)физика – 30/07, №3, 272
- Бушев, М. – Непознатият В. Паули – 32/09, №3, 312
- Вайцекер, С. Ф. – Копенхагенската интерпретация – 30/07, №3, 280
- Вигнер, Ю. – Границите на естествознанието – 24/01, №3, 242
- Гайденов, П. – Християнството и генезиса на новоевропейското естествознание – 31/08, №3, 321
- Горелик, Г. – Ако знанието е сила, какво е тогава вярата? – 31/08, №4, 453
- Грозданов, Б. – За мисловните експерименти в науката – 28/05, №4, 440
- Дайсън, Ф. – Религията, поглед отвън – 32/09, №3, 328
- Дейвис, П. – Квантовият живот – 33/10, №3, 338
- Динева, Г. – Защо Бог “играе на зарове” или “средновековната теория на неопределеността” – 33/09, №3, 337
- Капица, С., Л. Крос, Р. Докинз и Бенедикт XVI – Към диалога “Наука и вяра” – 31/08, №2, 202
- Манев, Хр. – Човекът и Вселената – 26/03, №2, 168
- Смолин, Л. – Пред лицето на непълната информация – 33/10, №3, 326
- Стефанов, А. С. Размишления върху идеята за много светове – 30/07, №4, 425
- Тодоров, В., В. Часовникова, Ж. Василева, М. Христова, М. Ганчев, М. Израел и Р. Попиц – Медицинската физика в България – 29/06, №3, 280
- Уайнбърг, С. – А какво да кажем за бога? – 30/07, №1, 64
- Уайнбърг, Ст. – Има ли Вселената създател? – 24/01, №1, 26
- Уайтхед, А. – Религия и наука – 32/09, №1, 72
- Хайзенберг, В. – Значението на изящното в точното естествознание – 25/02, №3, 260
- Ходжсън, П. – Християнство и наука – 32/09, №2, 194
- Хъмфрис, К. – Науката и чудесата на библейския изход – 30/07, №1, 81

ХИПОТЕЗИ

- Шкловски, Й. – Съществуват ли извънземни цивилизации? – 25/02, №3, 273

LINGUA PHYSICA

- Панчева, М. – Езикът и пространствено-времевият континуум – 28/05, №4, 449

ПРАВО НА ОТГОВОР

- Балабанов, Н. – Историята не се пише с катран – 24/01, №1, 53
- Попов, Хр. – Още нещо за учебните програми по физика – 25/02, №2, 171

КНИГОПИС

- Апостолов, А. – Милко Борисов за себе си и другите за него – 32/09, №2, 223
- Ахабабян Н. – Когато се наливаха основите: „Българският принос в математиката, физиката и химията (1889-1939)“ – 25/02, №1, 77
- Ахабабян, Н. – „Алиса в квантовия свят“ – 26/03, №4, 382
- Ахабабян, Н. – Вълнуващо пътешествие на познанието: от кварка до ягуара и назад – 29/06, №3, 329
- Ахабабян, Н. – Гафове в науката, пладнешките учени, учените-магьосници и нашето дередже – 27/04, №3, 277
- Ахабабян, Н. – Да сменим чипа на човечеството – 32/09, №2, 228
- Ахабабян, Н. – Идеите на третата култура: в какво вярваме, но не можем да го докажем – 30/07, №3, 341
- Ахабабян, Н. – Рационалност и просветленост – 28/05, №4, 463
- Ахабабян, Н. – Със запнали уста, ококорени очи и отворено съзнание – 31/08, №2, 214
- Ахабабян, Н. – Търси и ще намериш – 33/10, №1, 88
- Ахабабян, Н. – Ученият в мрежата на конформизма – 24/01, №4, 355
- Ахабабян, Н. – Физиката и физиците в „История на молекулярната биология“ – 29/06, №2, 219
- Балабанов, Н. – За книгата “Атомният кошмар” и нейния автор Роберт Попиц – 29/06, №1, 93
- Балабанов, Н. – Книга за “Ускорителното изкуство” – 29/06, №4, 439
- Бушев, М. – Архивите (на БАН) проговарят – 32/09, №4, 471
- Бушев, М. – Драма на идеите – 28/05, №3, 346
- Бушев, М. – За кн. „Теория на критичните явления в крайномерни системи: скейлинг и квантови ефекти“ на Й. Бранков, Д. Данчев и Н. Тончев – 24/01,

№2, 158

- Бушев, М. – За последната книга на проф. Иванка Апостолова Когато физиците правят философия – 31/08, №3, 352
- Бушев, М. – Новите професии на физиката – 29/06, №3, 334
- Бушев, М. – Скалпелът на смеха (за книгата „Анти-Мулдашев“) – 28/05, №4, 467
- Бушев, М. – Съвременната наука в лоното на питагореизма – 32/09, №1, 102
- Бушев, М. – За новата – стара – книга на Стивън Хокинг „The Theory of Everything“ за нейния превод и за ... – 27/04, №1, 78
- Вацкичев, Л. – За атома – от сърце – 26/03, №2, 176
- Вацкичев, Л. – За книгата на А. Апостолов “...И физик на този свят...” – 30/07, №4, 464
- Вацкичев, Л. – За книгата на Николай Велчев “От ума и сърцето” – 30/07, №1, 96
- Вацкичев, Л. – Наноелектроника: материали, компоненти, приложения – 32/09, №1, 100
- Вацкичев, Л. – По магистралите на ядрената физика – 33/10, №4, 456
- Велчев, Н. – ВЗРИВЪТ! Пълна история на Вселената – 31/08, №1, 94
- Велчев, Т. – Душата на науката – 25/02, №4, 366
- Горелик, Г. – Истинският Ландау – 26/03, №2, 177
- Гурова, Л. – Потомците на Остап Бендер и науката – 27/04, №2, 173
- Гълъбов, Б. – Стефан Иванов: Теоретична и квантова механика – 30/07, №1, 93
- Дайсън, Ф. – Прогонване духа на Аристотел (превод С. Рашев) – 31/08, №2, 221
- Дайсън, Ф. Д. – Мъдрец – 30/07, №2, 209
- Дайсън, Ф. Д. – Свят върху струна – 29/06, №1, 76
- Дюлгерова, Р. – Нова книга на наши колеги с много достойнства – 32/09, №3, 350
- Дюлгерова, Р. – Няколко похвални слова за две книги на наши колеги-физици – 31/09, №2, 219
- Ендърби, Д. – Красива странност – 33/10, №4, 458
- Замфиров, М. – Карл Сейгън и неговият Свят, населен с демони – 32/09, №4, 474
- Здравкова, Е. – Гравитационно приключение – 30/07, №2, 219
- Калайджиев, К. – Увод във физиката на околната среда – 31/08, №4, 480
- Крейг, Г. – Краят на златната ера – 25/02, №2, 174
- Лоусън, Х. – Стивън Хокинг не е прав – Хилари – 26/03, №1, 79
- Николов, П. и И. Тодоров – Тъжно начало – 29/06, №1, 88

- Петров, А. – Постигания на приложната физика във ФИ с АНЕБ и ИФТТ – 33/10, №4, 454
- Райкова, Ж. – За новите книги на професор Балабанов – 31/08, №3, 354
- Рашев, С. – За науката и религията – 33/10, №1, 92
- Стефанов, А. – 12 умопомрачителни идеи от пограничните селения на науката – 27/04, №4, 381
- Стоянов, Ч. – Уранът и неговото делене – 28/05, №3, 343
- Тодоров, В. – За книгата на Роберт Попиц и Вл. Пенчев „Живот с радиация“ – 26/03, №4, 379
- Тодоров, И. – Математиката като метафора (Манин и Дайсън) – 33/10, №4, 443
- Тодоров, Ив. – За книгата „Тригълник на мисли“ – 24/01, №1, 83
- Тодоров, Т. – „Училището, моя любов и болка“ (на Иван Вачев) – 32/09, №2, 225
- * Да се научим да се съмняваме – Интервю с Жорж Шарпак – 27/04, №3, 285
- * Достойно естество: “Fifty Years of Mathematical Physics” (акад. Иван Тодоров на 75 години) – 32/09, №3, 348

ВМЕСТО КНИГОПИС

- * Интелектуален промискуитет – 30/07, №4, 466
- Дейвис, П. – Зовът на космологията – 30/07, №4, 467

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

- Брюйер, М. – Кажете ми кого обичаш (и аз ще ти кажа кого мразиш) – част I – 29/06, №1, 101
- Брюйер, М. – Кажете ми кого обичаш (и аз ще ти кажа кого мразиш) – част II – 29/06, №2, 226
- Брюйер, М. – Кажете ми кого обичаш (и аз ще ти кажа кого мразиш) – част III – 29/06, №3, 342
- Брюйер, М. – Кажете ми кого обичаш (и аз ще ти кажа кого мразиш) – част IV – 29/06, №4, 464
- Бушев, М. – Кратки встъпителни бележки – 27/04, №1, 81
- Войт, П. – Не е даже погрешна – I част – 33/10, №1, 105
- Войт, П. – Не е даже погрешна – II част – 33/10, №2, 333
- Войт, П. – Не е даже погрешна – III част – 33/10, №3, 362
- Войт, П. – Не е даже погрешна – IV част – 33/10, №4, 462
- Голдман, М. – Демонът в етера: животът на Джеймс Кларк Максвел – част I – 26/03, №1, 84
- Голдман, М. – Демонът в етера: животът на Джеймс Кларк Максвел – част II – 26/03, №2, 184
- Голдман, М. – Демонът в етера: животът на Джеймс Кларк Максвел – част III – 26/03, №3, 285

- Голдман, М. – Демонът в етера: животът на Джеймс Кларк Максвел – част IV – 26/03, №4, 386
- Дейвис, П. – Относно времето: Айнщайновата незавършена революция част I – 30/07, №1, 98
- Дейвис, П. – Относно времето: Айнщайновата незавършена революция част II – 30/07, №2, 227
- Дейвис, П. – Относно времето: Айнщайновата незавършена революция част III – 30/07, №3, 349
- Дейвис, П. – Относно времето: Айнщайновата незавършена революция част IV – 30/07, №4, 473
- Кон, Ал., А. Лишнеровиц и М. П. Шюценберже – Тригълник на мисли – ч. II. 24/01, №1, 87
- Кон, Ал., А. Лишнеровиц и М. П. Шюценберже – Тригълник на мисли – ч. II. – 24/01, №2, 183
- Кон, Ал., А. Лишнеровиц и М. П. Шюценберже – Тригълник на мисли – ч. III. – 24/01, №3, 292
- Кон, Ал., А. Лишнеровиц и М. П. Шюценберже – Тригълник на мисли – ч. IV. – 24/01, №4, 384
- Митън, С. – Конфликт в космоса – I част – 32/09, №1, 108
- Митън, С. – Конфликт в космоса – II част – 32/09, №2, 236
- Митън, С. – Конфликт в космоса – IV част – 32/09, №4, 477
- Митън, С. – Конфликт в космоса – III част – 32/09, №3, 356
- Риджис, Е. – Кой наследи кабинета на Айнщайн? – част I – 28/05, №1, 111
- Риджис, Е. – Кой наследи кабинета на Айнщайн? – част II – 28/05, №2, 226
- Риджис, Е. – Кой наследи кабинета на Айнщайн? – част III – 28/05, №3, 349
- Риджис, Е. – Кой наследи кабинета на Айнщайн? – част IV – 28/05, №4, 473
- Уайтмор, Х. – Да разбиеш шифъра (част I) – 31/08, №1, 105
- Уайтмор, Х. – Да разбиеш шифъра (част II) – 31/08, №2, 230
- Уайтмор, Х. – Да разбиеш шифъра (част III) – 31/08, №3, 358
- Фрейн, М. – Копенхаген – пиеса в две действия – част I – 25/02, №1, 83
- Фрейн, М. – Копенхаген – пиеса в две действия – част II – 25/02, №2, 184
- Фрейн, М. – Копенхаген – пиеса в две действия – част III – 25/02, №3, 286
- Фрейн, М. – Копенхаген – пиеса в две действия – част IV – 25/02, №4, 385
- Ходжис, Е. – Алън Тюринг логическата и физическата основа на разрешимостта – 31/08, №4, 507

- Шрьодингер, Е. – Разум и материя – част I – 27/04, №1, 82
- Шрьодингер, Е. – Разум и материя – част II – 27/04, №2, 183
- Шрьодингер, Е. – Разум и материя – част III – 27/04, №3, 289
- Шрьодингер, Е. – Разум и материя – част IV – 27/04, №4, 388

НАУЧЕН ЖИВОТ

- Ахабабян, Н. – Прекъсаният полет на В. К. Фредерикс (1885-1944) – 28/05, №3, 339
- Ахабабян, Н. – „(...) Мы разгоним к чертовой матери академию наук!“ – из реч на Н. С. Хрущов от 1964 г. – 26/03, №3, 273
- Ахабабян, Н. – „Не всички, които са вътре, са от нашите, но и не всички наши са вътре!“ – 27/04, №4, 363
- Благовоев, К. – 34-та Европейска Конференция по атомна спектроскопия – 26/03, №1, 61
- Ганчев, Ал. – Научна конференция: „Algebraic Methods in Quantum Field Theory“ 50 Years of Mathematical Physics in Bulgaria – 32/09, №3, 345
- Динев, Д. – 6-та Междун. конф. „Релятивистката ядрена физика: от стотици MeV до TeV“ – 24/01, №4, 363
- Динев, Д. – ЕСФА в София – 25/02, №4, 374
- Дюлгерова, Р. – Зимният семинар продължава ... – 26/03, №2, 180
- Израел, М. – Хармонизация на стандартите по електромагнитни лъчения – 25/02, №2, 167
- Лалов, Ив. – Годишна среща на Европейското физическо дружество – 25/02, №3, 284
- Лалов, Ив. – 4-та конф. на физици от Македония – 25/02, №4, 376
- Меродийска, Т. – Работна среща – 26/03, №4, 378
- Панчев, С. – Панорама на физиката в БАН и СУ – 27/04, №4, 359
- Стоянов, Ч. и Хр. Протохристов – XIV Международна школа по физика на атомното ядро, неутронна физика и ядрена енергетика – 25/02, №1, 68
- Цветкова, К. – Международната конференция „Съвременни аспекти на астрономията, теоретичната и гравитационна физика“ – 27/04, №3, 271
- * Вестник „ЗНАНИЕ“! – 27/04, №4, 364
- * Награда на фондация „Еврика“ за 2001 г. – 25/02, №2, 169
- * Наградата “В. К. Фредерикс” за акад. А. Г. Петров – 28/05, №3, 338
- * Нашите колеги – проф. А. Петров, проф. М. Матеев

- и проф. Н. Съботинов – са избрани за действителни членове на БАН – 26/03, №3, 271
- * Стратегически насоки в дейността на европейския съюз на физиците (ЕСФ) – 25/02, №1, 74
- * Нови членове на БАН – 32/09, №1, 97
- * Физици – нови член-кореспонденти на БАН – 27/04, №4, 353
- * XV-та международна школа по ядрена физика, неутронна физика и ядрена енергетика – 27/04, №1, 71
- * VEIT – 2005 – Международна лятна школа – 28/05, №4, 431
- * XV международна школа по квантова електроника “Лазерна физика и приложения” – 31/08, №4, 484

СЪЮЗЪТ

- Вацкичев, Л. – Българската физика отново на сцената – 25/02, №1, 65
- Вацкичев, Л. – Дарения от сърце – 26/03, №3, 278
- Лазарова, П. – Нац. ученическа конференция „физиката в съвременното общество“ – 2001 – 24/01, №3, 274
- Лазарова, П. – Пътят на младите във физиката – 24/01, №4, 365
- Лалов, Ив. – Годишно заседание на съвета на Европейското физическо дружество – 24/01, №3, 272
- Пеева, Ант. – Да открянем прозорец към физиците в София – 24/01, №2, 157
- * Какво направи Софийският клон за своите членове – 27/04, №2, 179
- * Национални конкурси по физика – 25/02, №1, 67
- * План за работата на СФБ – клон София – 26/03, №1, 73
- * Почетни членове на СФБ – 25/02, №1, 65
- * Решения на XXXI Национална конференция по въпросите на обучението по физика – 26/03, №3, 280
- * Управителен съвет на СФБ – 25/02, №1, 66
- * Членски внос и абонамент – 25/02, №1, 66

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

- Балабанов, Н. – Симпозиум “Развитие и разпространение на физическите знания в България” – 28/05, №3, 334
- Бенева, Д. – Награда за конкурса „Акад. Емил Джаков“ – 29/06, №3, 341
- Вагнер, Фр. – Обръщение на новоизбрания президент на Европейското физическо дружество – 30/07, №3, 295
- Вацкичев, Л. – Отчет на Софийския клон на СФБ – 28/05, №1, 109

Вацкичев, Л. – Физиката в биологията и медицината – 29/06, №2, 224

Вацкичев, Л. – Национална конференция “Физиката и информационните и комуникационните технологии” – 28/05, №3, 332

Вацкичев, Л. – Национална студентска олимпиада по физика – 29/06, №3, 340

Вацкичев, Л. – Семинар на Софийския клон на СФБ – 28/05, №4, 457

Дюлгерова, Р. – И този път в навечерието на Коледа... – 29/06, №1, 98

Дюлгерова, Р. – Десети юбилеен зимен семинар на докторантите и младите учени от физическите институти на БАН – 31/08, №2, 209

Дюлгерова, Р. – Ехо от деветия зимен семинар на младите физици – 30/07, №2, 222

Дюлгерова, Р. – За единадесетия зимен семинар на младите учени и докторанти – 32/09, №2, 216

Замфиров, М. – Семинар-дискусия „Експериментите в CERN – какво представлява Големият адронен колайдер?” – 32/09, №2, 222

Йорданов, О. – Физика на конкуренцията и конфликтите – 33/10, №1, 71

Камишева, Г. – Бъдещето на Европейското Физическо Дружество – 33/10, №3, 348

Лазарова, П. – Достойно представяне на физическата колегия в Европейската нощ на учените 2009 – 32/09, №4, 467

Лалов, И. – Шеста генерална конференция на ВРУ-6, Истанбул 2006 г. – 30/07, №1, 91

Лалов, И. – Втори национален семинар “Наука на сцената” – 30/07, №2, 220

Пенчева, В. – 14-та Международна школа по квантова електроника – 29/06, №4, 445

Попов, Хр. – 37 Национална конференция по въпросите на обучението по физика – 32/09, №2, 220

Цанков, Л. – XXXVI Национална конференция по въпроси на обучението по физика на тема: Физика и енергетика, (3-6 април 2008 г., София) – 31/08, №3, 348

Язджиев, Ст. – Семинар в памет на доц. Ал. Донков – 33/10, №3, 346

* Управителен съвет на СФБ, избран на V конгрес – 28/05, №2, 218

* 100 години от рождението на академик Н. Н. Боголюбов – 33/10, №1, 70

* VI Конгрес на СФБ – 31/08, №1, 92

ФИЗИКА И ПРИЛОЖЕНИЯ

Велчев, Н. – Физиката, техниката и технологиите в

ретроспектива и перспектива – 31/09, №2, 163

Георгиев, Цв. – Напътствия към автори на астрономически статии – 31/08, №2, 149

Георгиев, Цв. – Напътствия към автори на астрономически статии (част II) – 31/08, №3, 342

Горишний, Т., М. Малдован, Ч. Улал и Е. Томас. – Звучащи идеи – 29/06, №2, 150

Динев, Д. – 2004 – година на важни решения за управляемия термоядрен синтез – 27/04, №3, 245

Динев, Д. – Мисията “Аполо” – 31/08, №4, 410

Лиге-Белер, Ж. и Филип Жанде. – Отделяне на газ в чаша шампанско – 25/02, №4, – 336

Стайков, М. и В. Стойнов – Законът на Кулон и възрастта на вселената – 31/08, №4, 420

Стойанов, Ч. и Х. Протохристов – Международна конференция по ядрени методи за неядрени приложения – 30/07, №2, 163

Хескет, К., А. Уорол и Д. Уивър. – Предизвикателства пред бъдещето на ядрената енергетика в Европа – 28/05, №3, 272

Якуб, К. – Ферофлуидите – течни магнити – 32/09, №4, 462

ФИЗИКА И ОБЩЕСТВО

Лалое, Фр. и Р. Мосери – Библиометричното оценяване на индивидуалните учени: нито правилно, нито дори грешно – 33/10, №3, 320

Сейгън, К. – Пришълците – 33/10, №1, 74

Файнман, Р. – Остава ли ти време да мислиш? – 32/09, №2, 178

Успенски, Вл. – Проблем за милион долара – 33/10, №3, 301

* Архипелазите на знанието – 32/09, №2, 189

* В памет на акад. Владимир Арнолд (1937-2010) – 33/10, №3, 308

ФИЗИКАТА НА НОВОТО ВРЕМЕ

* Най-ярките постижения във физиката за 2002 г. – 26/03, №2, 103

ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

Дейвис, Б. – Накъде върви математиката? – 32/09, №2, 166

Рандов, Г. – Математиката като утопия – 31/08, №4, 436

Хилберт, Д. – Естествознание и логика – 33/10, №3, 293

ФИЗИКА И ЯДРЕНА ЕНЕРГЕТИКА

Митенков, Ф. М. – Реактори с бързи неутрони и

тяхната роля за развитието на ядрената енергетика – 30/07, №2, 174

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

Конова, Р. и В. Ангелска – Физиката и животът около нас – 33/10, №1, 78

* Дни на физиката в Техническия университет, София – 31/08, №4, 479

МЕТОДИКА

Вацкичева, М. и Л. Вацкичев – Физичният експеримент като “обратна” физична задача – 30/07, №3, 290

ФИЗИКАТА НА СЦЕНАТА

Вацкичев, Л. – Фестивал на физиката – 24/01, №1, 46

Дечев, П. – Лично мнение – 24/01, №1, 51

Лазарова, П. – Физиката в светлината на прожекторите – 24/01, №1, 47

БИЗНЕС-ФИЗИКА

* Тита Консулт ООД – 27/04, №1, 74

ФИЗИКА И ФИЛОСОФИЯ

Стефанов, А. – Разбираем ли е квантовият свят? – 33/10, №1, 62

ФИЗИКА И ЕТИКА

Рашев, Св. – За законите на морала и на честта в науката – 26/03, №3, 241

ФИЗИКА И ИЗКУСТВО

Етууд, У. – Един физик в света на цигулките – 24/01, №3, 252

ФИЗИКА И ЛИРИКА

Борисов, Н. – Физически и емоционални наслаждения с джазови вариации върху класическа музикална тема – 28/05, №1, 95

Дончев, В. – Физика за деца – 30/07, №1, 124

ОЧАРОВАТЕЛНА ФИЗИКА

Балабанов, Н. – Докосване до мъдростта и красотата на древния Египет – 26/03, №4, 369

НОВОГОДИШНА ФИЗИКА

Залцман, В. – Сътворението – какво точно се случи – 25/02, №4, 377

ФИЗИЦИТЕ СЕ ШЕГУВАТ

Рашев, Св. – Някои съображения относно решава-

щата роля на науката за изграждане на развитото човеческо общество – 26/03, №3, 276

ИСТОРИЧЕСКА ЗАГАДКА

* Необяснима гъвкавост на таланта – 25/02, №3, 278

ТРИБУНА НА УЧЕНИЯ

Гинзбург, В. Л. – За популяризацията на науката – 31/08, №1, 3

МЕТОДОЛОГИЯ

Дирак, П. – Еволюцията на представите на физиците за картината на природата – 31/08, №3, 285

СВЕТОВНА ГОДИНА НА ФИЗИКАТА

Айнщайн, А. – Универсалният език на науката – 28/05, №2, 199

Атанасов, Вл. – Физиката и астрофизиката на 21 век – 28/05, №4, 434

Вацкичев, Л. – Хоризонти на физиката – 28/05, №4, 433

Динев, Д. – Физиката освети България – 28/05, №3, 324

Динев, Д. – СГФ-2005: международни проекти – 27/04, №4, 351

Камишева, Г. – Постигания на физическите науки в БАН – 28/05, №3, 314

Любенова, М., Н. Иванова и М. Ботев – Празник на физиката в Силистра – 28/05, №3, 330

Райкова, Ж. и Ив. Русалова. – Празник на физиката в Пловдив – 28/05, №3, 328

Тончев, Н. – Физиката на утрешния ден – 28/05, №2, 201

Якобсон, Р. – Айнщайн и науката за езика – 28/05, №2, 189

* Европа скоро ще привлича най-талантливите световни учени – интервю с Клаус фон Клитцинг – 28/05, №4, 436

* Националният орг. комитет за световната година на физиката започна да действа – 27/04, №2, 171

* Програма на клоновете на СФБ – 28/05, №1, 103

2001 – СВЕТОВНА ГОДИНА НА ЖЕНИТЕ-УЧЕНИ

Мак-Грейн, Б. Ш. – Жени-нобелистки в науката – 24/01, №1, 57

Мак-Грейн, Ш. Б. – Мария Гьоперт Майер – 24/01, №2, 162

Мак-Грейн, Ш. Б. – Джослин Бел Бърнел – 24/01, №4, 366

* Лизе Майтнер – 24/01, №1, 61

* Розалин Съсман Ялоу – 24/01, №3, 275

ВИДНИ ФИЗИЦИ

Ахабабян, Н. – Джордж Гамов *doctus ludens*: една необикновена жизнена траектория – 29/06, №1, 30

Щерн, Ф. – Човекът Айнщайн – 29/06, №2, 192

НАУЧНИ НОВОСТИ

Динев, Д. – Започва строителството на ITER – 28/05, №3, 249

НАУКА И ОБЩЕСТВО

Ангелов, С. – Цивилизационният избор на България – 26/03, №4, 346

Арнолд, В. – Как са били избирани и как са били ликвидирани френските академици – 33/10, №2, 305

Балабанов, Н. – Когато физиците се шегуваха – 33/10, №2, 315

Балабанов, Н. – Работно съвещание “Ядрена физика и общество” – 30/07, №4, 462

Велчев, Н. – За научната политика – 27/04, №2, 170

Глешоу, Ш. Л. – Значението на физиката на високите енергии за науката и технологиите 28/05, №2, 175

Динев, Д. – Организация и финансиране на научните изследвания в Полша след 1990 г. – 27/04, №1, 50

Динев, Д. – Научните изследвания в Унгария след 1989 г. – 27/04, №2, 165

Каган, Ю. М. – Да надникнем отвъд хоризонта – 30/07, №2, 201

Калоджеро, Фр. – Рискът от ядрен тероризъм – 27/04, №4, 375

Ликен, Дж., – Криза във физиката? – 26/03, №1, 51

Марков, Ив. – Напред, науката е слънце – 25/02, №3, 252

Пекрес, В. – Моите четири стълба за френските научни изследвания – 31/08, №3, 315

Пилке мл., Р. и Р. Бърли мл. – Общественият договор за наука: фундаментално и приложно – 24/01, №2, 148

Редиш, Е. – Кой трябва да изучава физиката през 21 век и защо? – 28/05, №4, 422

Фрювалд, В. – Европейската наука в подкрепа на мира 28/05, №2, 180

Юревич, А. и .П. Папенко – Наука и политика – 33/10, №2, 308

* Комисия предлага пътища за увеличаване на инвестициите в изследователската дейност – 26/03, №4, 357

* Контролът върху ядреното оръжие подтикна демо-

кратичните промени – интервю с проф. Франческо Калоджеро – 27/04, №4, 373

НАУКА И ТЕОЛОГИЯ

Полкингхорн, Д. – Религията в ерата на науката – 27/04, №1, 54

Файнман, Р. – Връзката между наука и религия – 27/04, №2, 157

Хайзенберг, В. – Беседи за отношението на природознанието към религията – 27/04, №4, 342

Юревич, А. – Психологичните мотивации на науката на новото време. – 28/05, №2, 203

НАУЧНИ ПЪТЕШЕСТВИЯ

Рашев, Св. – До Канада и назад – 31/08, №1, 96

ПОСТИЖЕНИЯ

* Младият български физик Чавдар Тодоров стана носител на престижната награда „Максуел” за 2003 г. – 26/03, №2, 172

НАГРАДЕНИ ФИЗИЦИ

Вацкичев, Л. – Честито, колега Георгиев! – 30/07, №2, 226

* Наградата “Акад. Е.Джаков” за 2006 г. – 30/07, №2, 225

НАГРАДИ

Вацкичев, Л. – Наградени български физици – 31/08, №2, 174

* Наградата “Е. Джаков” за 2007 г. – 31/08, №2, 177

ИНТЕРЕСНО НАБЛЮДЕНИЕ

Дичев, Х. – Диполно-делителна равнина – 30/07, №2, 208

ПОЗИЦИЯ

* Писмо от физическите институти към БАН до ръководството на Българска Национална Телевизия – 27/04, №2, 177

Е-ПИСТОЛАРИЯ

* e-mail до Редакцията – 26/03, №4, 384

* rangelov@issp.bas.bg пише:.... – 27/04, №1, 77

НОВОГОДИШНО ЧЕТИВО

Ригамонти, А., А. Варламов, А. Буздин – Разговори на физици на чаша вино – 29/06, №4, 446

ИНТЕРЕСНИ УЕБ-СТРАНИЦИ

Йорданов, О. – Интересни уеб-страници – 33/10, №3, 337

Йорданов, О. – Интересни уеб-страници – 33/10, №4, 480

АНТИ-НОБЕЛОВИ НАГРАДИ

* Анти-Нобелови награди 2008 г. – 31/08, №4, 507

* Анти-Нобелови награди за 2009 г. – 32/09, №4, 499

Замфиров, М. – Анти-Нобелови награди за 2010 г. – 33/10, №4, 481

PERSONALIA

Ахабабян, Н. – Проф. Леон Митрани на 80 години – 24/01, №3,

Ахабабян, Н. – Малък спомен за големия Евгений Лвович – 29/06, №4, 424

Балабанов, Б. – Проф. Л. Митрани в Пловдив – 24/01, №3, 260

Балабанов, Н. – Дмитрий Иванович Блохинцев (победи и драми) – 31/08, №2, 196

Балабанов, Ст. – На какво ме научиха моите учители... – 25/02, №3, 280

Ганчев, И. – Проф. Емануил Иванов живот и дейност – 30/07, №4, 447

Горелик, Г. – Паралели между перпендикуляри: Сахаров, Телер, Опенхаймер – 27/04, №3, 254

Динев, Д. – Светът посреща с ентузиазъм обявяването на 2005 г. за световна година на физиката – 27/04, №3, 266

Замфиров, М. – Акад. Любимир Кръстанов 100 години от раждането му – 32/09, №1, 82

Замфиров, М. – Човекът и ученият проф. Рашко Зайков – 31/08, №2, 178

Замфиров, М. – Очерк за проф. Борис Стойчев – 30/07, №3, 336

Камишева, Г. – Сесия в памет на академик Милко Борисов – 27/04, №1, 68

Камишева, Г. и Л. Спасов – 10 години от смъртта на акад. Милко Борисов – 32/09, №2, 212

Коленцов, К. – Стефан Рижиков навърши 80 години – 32/09, №2, 214

Коленцов, К. – Ст.н.с. д-р Стефан Балабанов на 70 години – 25/02, №3, 279

Лалов, И. и И. Попов – Акад. М.Матеев на 70 години – 33/10, №2, 328

Матеев, М. и В. Караиванов – Проф. дфн Иван Лалов на 70 години – 31/08, №4, 439

Мекишев, Г. – 90 години от рождението на проф. Тодор Андреев Василев – 24/01, №2, 161

Митрани, Л. – Психология и физика – 24/01, №3, 265

Протохристов, Хр. – Създателят на първия модерен компютър – 27/04, №2, 144

* Проф. А. Петракиев навърши 75 г. – 32/09, №4, 476

* Проф. д-р Параскева Симова на 90 години – 33/10, №1, 95

* Проф. Румен Божков на 75 години – 30/07, №1, 89

Стойанова, Р., Г. Стефанова и Г. Чингов – Професор Васил Метев на 70 години – 25/02, №1, 79

* Член-кор. Стефан Кънев на 80 години – 33/10, №1, 97

Ширков, Д. – Из “Спомени за Николай Николаевич Боголюбов” – 33/10, №3, 351

* Едуард Телър – бащата на водородната бомба – 27/04, №2, 131

* Петдесетгодишен юбилей на випуск по физика – 28/05, №4, 459

* Професор Цветан Вълков удостоен с “Орден на дружбата” – 29/06, №4, 436

* Радетелят на приложната оптика у нас Александър Банков навърши 80 години – 30/07, №4, 460

* Честит юбилей, проф. Ангел Попов – 25/02, №2, 173

* 70-годишен юбилей на проф. дфн Никола Балабанов – 30/07, №3, 334

IN MEMORIAM

Амов, професор Благой Георгиев (1931-2010) – 33/10, №2, 332

Андрейчев, академик Венцеслав Харалампиев – 24/01, №3, 290

Баев, доцент Иван Александров (1933-2009) – 32/09, №2, 235

Бакърджиев, ст. н. с. Васил Димитров (1934-2004) – 27/04, №4, 387

Балдин, академик Александър Михайлович – 24/01, №3, 291

Блюменфелд, професор Лев Александрович (1921-2002) – 27/04, №2, 182

Боев, професор Кирил (1936-2004) – 27/04, №4, 385

В памет на Александър М. Прохоров – 26/03, №1, 76

Ваврек, ст. н. с. Александър Франц (1947-2003) – 26/03, №4, 385

Вапирев, професор Емил Иванов (1948-2004) – 27/04, №4, 386

Вълков, професор Цветан (1941-2009) – 33/10, №1, 103

Гинзбург, академик Виталий Лазаревич. (1915-2009) – 33/10, №1, 99

Дерменджиев, професор Владимир Николов – 24/01, №1, 56

Димитров, ст. н. с. Георги Зартов (1947-2002) – 25/02, №4, 384

- Димитрова, доцент Стайка – 25/02, №1, 82
 Донков, доцент Александър (1939-2009) – 32/09, №3, 355
 Еленков, ст.н.с. I ст. Данчо Василев (1946-2008) – 31/08, №3, 357
 Златанов, професор Злати Минчев – 24/01, №2, 182
 Златев, професор Иван Стоянов – 29/06, №3, 339
 Иванов, професор Стефан Александров (1942-2004) – 27/04, №2, 180
 Казълмъшева-Райкова, Мария (1933 – 2003) – 27/04, №1, 80
 Калинин професор Марин Петров – 29/06, №1, 97
 Караджов, ст. н. с. Дечко Христов (1943-2004) – 27/04, №1, 80
 Кашукеев, професор Никофор Тодоров (1917-2008) – 31/08, №2, 213
 Кехлибаров, ст. н. с. Тодор Иванов (1934-2008) – 32/09, №1, 105
 Константин, доцент Стаменов (1925-2003) – 26/03, №1, 75
 Кънев, ст.н.с. Василий Георгиев – 28/05, №4, 469
 Малиновски, ст.н.с. Александър Петров (1928-2008) – 31/08, №2, 212
 Манов ст.н.с. Александър Христов – 29/06, №1, 96
 Манов, ст. н. с. I ст. Сава Славчев – 28/05, №3, 348
 Манушев, доцент Борис – 25/02, №2, 183
 Маринов, професор Марин Георгиев (1930-2009) – 33/10, №1, 104
 Матеев, академик Матей Драгомиров – 33/10, №3, 350
 Митрани, професор Леон – 24/01, №4, 383
 Митриков, доцент Михаил Пасков (1939-2004) – 27/04, №2, 182
 Николов, ст. н. с. Марин Бонев (1943-2002) – 25/02, №4, 384
 Николова, В. – Възпомянательно за проф. Цв. Бончев и проф. Е. Вапирев – 28/05, №4, 471
 Орманджиев, професор Славко Иванов (1928-2003) – 26/03, №3, 282
 Пачева, ст. н. с. I ст. Йорданка Христова (1919-2003) – 26/03, №2, 183
 Пашов, професор Николай Константинов (1929-2008) – 32/09, №1, 106
 Пеева, доцент Антония – 29/06, №4, 443
 Райчев, ст. н. с. I ст. Петър Петров (1938-2004) – 27/04, №2, 181
 Ризов, доцент Венцеслав Атанасов – 28/05, №4, 470
 Салтиел, чл. кор. Соломон (1947-2009) – 32/09, №3, 353
 Симова, професор Параскева Димитрова (1920-2010) – 33/10, №4, 441
 Спасова, ст. н. с. Недка Маринова (1944-2003) – 26/03, №3, 283
 Стойчев, доцент Тихомир Теохаров (1923-2008) – 32/09, №1, 107
 Стоянов, член-кор. Димитър – 25/02, №1, 81
 Тенчов, ст. н. с. Христо Гоцев – 24/01, №155
 Ходжсън, професор Питър Едуард (1928-2008) – 32/09, №2, 233
 Шаров, професор Владимир Георгиев (1933-2003) – 26/03, №3, 284
 Шкодров, професор Владимир Георгиев (1930-2010) – 33/10, №4, 442
 Янчев, доцент Иван Янев – 29/06, №4, 444

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМОВЕ

- Съдържание на том XXIV – 24/01, №4, 396
 Съдържание на том XXV – 25/02, №4, 396
 Съдържание на том XXVI – 26/03, №4, 396
 Съдържание на том XXVII – 27/04, №4, 396
 Съдържание на том XXVIII – 28/05, №4, 494
 Съдържание на том XXIX – 29/06, №4, 494
 Съдържание на том XXX – 30/07, №4, 494
 Съдържание на том XXXI – 31/08, №4, 510
 Съдържание на том XXXII – 32/09, №4, 502
 Съдържание на том XXXIII – 33/10, №4, 484

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМОВЕ ОТ XXIV ДО XXXIII – 33/10, №4, 487**“СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА” – АВТОРСКИ ИНДЕКС НА ПОСЛЕДНИТЕ ДЕСЕТ ТОМА – 33/10, №4, 501**

- А**
 Абрикосов, А. – 28/05, №1, 22
 Азманов, И. – 33/10, №4, 429
 Айнщайн, А. – 25/02, №2, 120; 28/05, №2, 199; 29/06, №4, 417
 Атанасов, Вл. – 28/05, №4, 434
 Алешин, Ал. – 24/01, №1, 17
 Алфьоров, Ж. – 28/05, №3, 250
 Ангелов, А. – 31/08, №4, 387
 Ангелов, С. – 26/03, №4, 346
 Ангелска, В. – 33/10, №1, 78
 Андреев, В. – 25/02, №4, 361
 Андрейчин, Р. – 32/09, №4, 449
 Апостолов, А. – 32/09, №2, 223
 Арнолд, В. – 33/10, №2, 305
 Ахабабян, Н. – 24/01, №3, №4, 355; 25/02, №1, 21 и 77; 26/03, №3, 225 и 273; №4, 382; 27/04, №1, 24; №3, 277; №4, 363; 28/05, №1, 67; №3, 339; №4, 463; 29/06, №1, 30; №2, 219; №3, 329; №4, 424; 30/07, №2, 184; №3, 341; 31/08, №2, 214; №3, 299; 32/09, №4, 432; 33/10, №1, 88; №2, 280 и 228
- Б**
 Балабанов, Н. 24/01, №1, 53; №3, 210; №4, 260; 27/04, №3, 203; 28/05, №2, 151; №3, 280 и 334; 26/03, №1, 67; №4, 369; 29/06, №1, 93; №2, 178; №4, 439; 30/07, №3, 305; №4, 462; 31/08, №2, 196 и 200; 33/10, №2, 315; №3, 285
 Балабанов, Ст. – 25/02, №3, 280
 Балестрино, Дж. – 25/02, №1, 57; 29/06, №4, 446
 Барлоу, Т. – 25/02, №2, 160
 Бахметьев, П. – 27/04, №4, 365
 Бежанов, Д. – 32/09, №1, 44
 Бенева, Д. – 29/06, №3, 341
 Бенедикт XVI – 31/08, №2, 202
 Бернардини, К. – 26/03, №2, 121
 Биленкий, С. – 28/05, №4, 374
 Благоев, К. – 26/03, №1, 61
 Блейр, Д. – 33/10, №4, 423
 Блох, Ф. – 25/02, №2, 142
 Борисов, Н. – 28/05, №1, 95
 Ботев, М. – 28/05, №3, 330
 Бредекамп, Х. – 29/06, №3, 326
 Брюйер, М. – 29/06, №1, 101; №2, 226; №3, 342; №4, 464
 Буздин, А. – 29/06, №4, 446
 Бурдюжа, В. – 28/05, №2, 135
 Бушев, М. – 24/01, №2, 158; 25/02, №3, 270; 26/03, №2, 156; №4, 377; 27/04, №1, 42 и 78 и 81; 27/04, №3, 211; 28/05, №1, 32; №3, 346; №4, 467; 29/06, №3, 334; 30/07, №3, 272; №4, 422; 31/09, №1, 67; №3, 352; 32/09, №1, 102; №3, 312; №4, 471; 33/10, №1, 86; №2, 320
 Бърли, Р. мл. – 24/01, №2, 148
 Бьоркен, Дж. – 24/01, №4, 334
- В**
 Ваврзинец, А. – 29/06, №2, 212
 Вагнер, Фр. – 30/07, №3, 295
 Вайскопф, В. – 25/02, №4, 349
 Вайцекер, С. Ф. – 30/07, №3, 280
 Вангелова, В. – 33/10, №4, 429
 Варламов, А. – 25/02, №1, 57; 29/06, №4, 446
 Василева, Ж. – 29/06, №3, 280
 Вапирев, Е. – 24/01, №4, -309
 Ващичев, Л. – 24/01, №1, 46; 25/02, №1, 45 и 65; 26/03, №1, 65; №2, 176; №3, 278; 28/05, №1, 109; №3, 308 и 332; №4, 433 и 455 и 457; 29/06, №2, 224; №3, 340; 30/07, №1, 96; №2, 226; №3, 290; №4, 464; 31/08, №2, 174; 32/09, №1, 100; №2, 209; №3, 304; 33/10, №4, 456
 Ващичева, М. – 28/05, №2, 220; №3, 308; 30/07, №3, 290
 Величкова, Ст. – 28/05, №3, 305
 Велтман, М. – 26/03, №4, 304
 Велчев, Н. – 26/03, №3, 250; 27/04, №2, 170; 29/06, №1, 60; 30/07, №3, 287; 31/08, №1, 94; №2, 163; 32/09, №4, 428
 Велчев, Т. – 25/02, №4, 366
 Венециано, Г. – 25/02, №2, 138; 28/05, №3, 262
 Вигнер, Ю. – 24/01, №3, 242
 Визгин, В. – 28/05, №2, 170
 Вилчек, Ф. – 31/08, №1, 5
 Войт, П. – 33/10, №1, 105; №2, 333; №3, 362; №4, 462
- Г**
 Гайденок, П. – 31/08, №3, 321
 Ганчев, Ал. – 32/09, №3, 345
 Ганчев, И. – 30/07, №4, 447
 Ганчев, М. – 29/06, №3, 280
 Гараб, Г. – 28/05, №4, 400
 Гасет, Х. О. – 28/05, №1, 84
 Гел-Ман, М. – 25/02, №4, 311
 Георгиев, Цв. – 27/04, №4, 304; 31/08, №2, 149; №3, 342
 Герценштейн, М. – 24/01, №2, 128
 Гинзбург, В. Л. – 26/03, №1, 3; 31/08, №1, 3; 33/10, №4, 391
 Глешоу, Ш. Л. – 28/05, №2, 175
 Голдман, М. – 26/03, №1, 84; №2, 184; №3, 285; №4, 386
 Голев, В. – 25/02, №3, 240; 32/09, №1, 1
 Горелик, Г. – 26/03, №2, 177; 27/04, №3, 254; 31/08, №4, 453
 Горишний, Т. – 29/06, №2, 150
 Горобец, Б. – 31/08, №2, 137; 31/08, №3, 269

Грозданов, Б. – 28/05, №4, 440
Грос, Д. – 30/07, №2, 125; 30/07, №3, 249
Гротендик, А. – 3/10, №1, 58
Гуляев, Р. – 27/04, №2, 110
Гурова, Л. – 27/04, №2, 173
Гълъбов, Б. – 30/07, №1, 93

Д
Дайсън, Ф. Д. – 24/01, №4, -346; 28/05, №1, 38; 29/06, №1, 76; 30/07, №2, 209; 31/08, №2, 221; 33/10, №4, 405; 32/09, №3, 328
Де Волф, Е. – 28/05, №1, 54
Дейвис, Б. – 30/07, №1, 98; №2, 227; №3, 349; №4, 467 и 473; 32/09, №2, 166; 33/10, №3, 338
дел'Аверсана, П. – 5/02, №3, 215
Денчева-Заркова, М. – 29/06, №2, 131
Дечев, П. – 24/01, №1, 51
Динев, Д. – 24/01, №3, 203; №4, 363; 25/02, №2, 112; №4, 304 и 374; 26/03, №3, 203; 27/04, №1, 50; №2, 165; №3, 245; №3, 266; №4, 314; №4, 351; 28/05, №2, 139; №3, 249; №3, 324; 29/06, №1, 12; №2, 144; №4, 403 и 410; 30/07, №1, 52; №3, 259; №4, 394; 31/08, №1, 30; №4, 410; 32/09, №1, 30; №2, 150; №4, 392; 33/10, №1, 1; №3, 264; №4, 381
Динева, Г. 33/09, №3, 337
Дирак, П. 31/08, №3, 285
Дичев, Х. 30/07, №2, 208
Докинз, Р. – 31/08, №2, 202
Дончев, В. 30/07, №1, 124
Дурани – 30/07, №4, 377
Дюлгерова, Р. – 26/03, №2, 180; 29/06, №1, 98; 30/07, №2, 222; 31/08, №2, 209; №2, 219; 32/09, №2, 216; №3, 350

Е
Ендърби, Д. 33/10, №4, 458
Етууд, У. -24/01, №3, 252

Ж
Жанде, Ф. – 25/02, №4, – 336

З
Залцман, В. – 25/02, №4, 377
Замфиров, М. – 30/07, №3, 336; 31/08, №2, 178; №4, 450 и 471; 32/09, №1, №2, 222; №4, 474; 33/10, №4, 375
Здравкова, Е. – 30/07, №2, 219
Златкова, Е. – 26/03, №4, 375

И
Иванова, Н. – 28/05, №3, 330; 31/08, №4, 443
Израел, М. и П. Чобанов – 24/01, №2, 135
Израел, М. – 25/02, №2, 167

Израел, М. – 29/06, №3, 280
Инкьов, Д. – 25/02, №2, 164

Й
Йорданов, О – 33/10, №1, 71; №3, 337; 33/10, №4, 480

К
Калайджиев, К. – 31/08, №4, 480
Каган, Ю. М. – 30/07, №2, 201
Калоджеро, Фр. – 27/04, №4, 375
Камишева, Г. – 25/02, №2, 152; 26/03, №1, 58; 27/04, №1, 68; №4, 371; 28/05, №3, 314; 31/08, №4, 448 и 451; 32/09, №2, 212; 33/10, №3, 348; 33/10, №4, 435
Капица, С., – 1/08, №2, 202
Капусчик, Е. – 27/04, №4, 377
Караиванов, В. – 31/08, №4, 439
Карсън, К. – 24/01, №4, 337
Кибул, Т. – 32/09, №4, 417
Кларк, А. – 24/01, №1, 8
Колев, Д. – 33/10, №2, 234
Коленцов, К. – 25/02, №3, 279; 26/03, №2, 174; №4, 375; 27/04, №4, 379; 32/09, №2, 214; 33/10, №4, 433
Колман, П. – 28/05, №2, 125
Кон, Ал. – 24/01, №1 – 87; №2, 183;., №3, 292; №4, 384
Конов, Р. – 33/10, №1, 78
Константинова, М. – 26/03, №1, 11
Копринаров, Н. – 26/03, №1, 11
Костов, Л. – 26/03, №2, 108
Коуи, Дж. М. Д. – 26/03, №3, 215
Крабтрий, Дж. – 26/03, №4, 321
Крауфорд, Е. – 25/02, №3, 243
Крейг, Г. – 25/02, №2, 174
Крос, Л. – 29/06, №3, 293; 31/08, №2, 202
Кугелер, К. – 25/02, №4, 329
Кюри, П. – 29/06, №3, 321
Кюркчиева, Д. – 32/09, №1, 1

Л
Лазарова, П. – 24/01, №1, 47; №3, 274; №4, 365; 25/02, №4, 370; 29/06, №2, 211; 32/09, №4, 467
Лалов, И. – 24/01, №3, 272; 25/02, №3, 284; 30/07, №1, 91; №2, 220; 33/10, №2, 225; 33/10, №2, 328
Лалое, Фр. – 33/10, №3, 320
Ливио, М. – 30/07, №4, 412
Лиже-Белер, Ж. – 25/02, №4, – 336
Ликен, Дж. – 26/03, №1, 51
А. Лишнеровиц – 24/01, №1 – 87; №2, 183;., №3, 292; №4, 384
Лорд Келвин – 24/01, №1, 3
Лоусън, Х. – 26/03, №1, 79
Лукаш, В. – 31/08, №2, 129
Любенова, М. – 28/05, №3, 330

М
Мадър, Дж. – 32/09, №4, 381; 32/09, №3, 253
Мак-Грейн, Б. Ш.-24/01, №1, 57; №2, 162; №4, 366
Максимов, Е. 32/09, №1, 23
Малдован, М. – 29/06, №2, 150
Манев, Хр. – 26/03, №2, 168
Манин, Ю. – 33/10, №4, 399
Марков, Ив. – 25/02, №3, 252
Матеев, М. 31/08, №4, 439
Мекишев, Г. – -24/01, №2, 161
Мелконян, А. – 25/02, №3, 272
Менский, М. – 27/04, №2, 117; 27/04, №3, 215
Меродийска, Т. -26/03, №4, 378
Мещеряков, М. – 29/06, №2, 203
Митенков, Ф. М. – 30/07, №2, 174
Митрани, Л. – 24/01, №3, 265; -24/01, №2, 144
Митън, С. – 32/09, №1, 108; №2, 236; №3, 356; №4, 477
Михеева, Е. – 31/08, №2, 129
Мосери, Р. 33/10, №3, 320

Н
Найденова, С. – 29/06, №2, 131
Намбу, Й. – 33/10, №4, 384
Нейтцел, Г. П. – 5/02, №3, 215
Нелсън, Д. – 26/03, №4, 321
Николов, П. – 29/06, №1, 88
Николов, И. – 32/09, №3, 268; 33/10, №3, 253
Николова, В. – 28/05, №4, 471
Новиков, С. П. – 29/06, №1, 48; 29/06, №2, 162
Новиков, И. – 27/04, №1, 21
Нуделман, Р. – 26/03, №3, 220

П
Памела, Ж. – 26/03, №2, 147
Панчев, Ст. – 24/01, №2, 103; 27/04, №4, 359
Панчева, М. – 28/05, №4, 449
Пеева, Ант. – 24/01, №2, 157
Пеем, Д. – 26/03, №4, 360
Пекрес, В. – 31/08, №3, 315
Пенев, В. – 32/09, №3, 286
Пенроуз, Р. – 25/02, №2, 103
Пенчева, В. – 29/06, №4, 445
Петков, П. – 26/03, №2, 108
Петров, А. – 29/06, №2, 131; 33/10, №4, 454
Петров, Н. – 27/04, №2, 110
Пийчман, Х. – 30/07, №1, 14
Пилке мл., Р. – 24/01, №2, 148
Попиц, Р. – 25/02, №1, 52; 29/06, №1, №3, 280 8; №3, 280
Полицер, Х. – 32/09, №2, 129
Полкингхорн, Д. – 27/04, №1, 54

Панайотова, Св. – 27/04, №4, 379
Пономарьов, Л. – 33/10, №4, 417
Попов, С. – 33/10, №3, 272
Попов, Хр. – 25/02, №2, 171; 32/09, №2, 220
Попов, Ц. – 33/10, №2, 328
Протохристов, Хр. – 25/02, №1, 68; 26/03, №1, 55; 27/04, №2, 144; 28/05, №1, 1; 29/06, №1, 1; 29/06, №3, 297; 30/07, №1, 1; №2, 163;

Р
Райкова, Ж. – 31/08, №3, 354
Райкова, Ж. – 28/05, №3, 328
Рандов, Г. – 31/08, №4, 436
Рашев, С. – 26/03, №3, 241 и 276; 33/10, №1, 92; 31/08, №1, 96
Ребров, М. – 33/10, №2, 301
Редиш, Е. – 28/05, №4, 422
Рехенберг, Х. – Д 26/03, №1, 38
Ригамонти, А. – 29/06, №4, 446
Риджис, Е. – 28/05, №1, 111; №2, 226; №3, 349; №4, 473
Рижикова, С. – 32/09, №2, 164
Риърдан, М. – 24/01, №3, 234
Ровели, К. – 27/04, №3, 224
Роджерс, П. – 30/07, №4, 377
Розентал, И. – 29/06, №2, 125
Рубаков, В. – 24/01, №4, 316; 27/04, №4, 333; 33/10, №1, 14
Рукс, М. – 25/02, №2, 126
Румер, Ю. Б. – 26/03, №4, 336
Русалова, Ив. – 28/05, №3, 328
Русева, Г. – 25/02, №4, 372; **26/03, №4, 375**

С
Санюк, В. – 29/06, №4, 374; 29/06, №3, 259
Сейгън, К. – 33/10, №1, 74
Скофийлд, А. – 28/05, №2, 125
Смит и, Р. – 25/02, №3, 243
Смолин, Л. – 30/07, №2, 154; 33/10, №3, 326
Сонин, А. – 28/05, №2, 163
Спиърман, Д. – 31/08, №1, 54
Спасов, А. – 31/09, №3, 308
Стайков, М. – 31/08, №4, 420
Стефанов, А. – 27/04, №4, 381; 30/07, №4, 425; 33/10, №1, 62
Стефанова, Г. – 25/02, №1, 79
Стойнов, В. – 31/08, №4, 420
Стойанов, Ч. – 25/02, №1, 68; 26/03, №2, 108 ; 28/05, №3, 343; 30/07, №2, 163
Стойанова, Р. – 25/02, №1, 79
Сурдин, В. – 30/07, №3, 315
Суханов, А. – 29/06, №4, 374

Съселов, Д. – 24/01, №1, 11; 31/08, №4, 402
Съскинд, Л. – 33/10, №1, 27

Т

Таден, Е. – 32/09, №3, 307
Танева-Тончева, В. – 32/09, №3, 296
Тодоров, В. – 26/03, №4, 379; 29/06, №3, 280
Тодоров, И. – 24/01, №1, 83; 25/02, №1, 38; №4, 319;
27/04, №2, 103; 28/05, №4, 405; 29/06, №1, 88 ;
30/07, №1, 25; 31/08, №1, 43; 32/09, №1, 47; 33/10,
№1, 32; 33/10, №4, 443
Тодоров, Т. – 32/09, №2, 225
Тодорова, Л., – 29/06, №2, 131
Томас, Е. – 29/06, №2, 150
Тончев, Н. – 28/05, №2, 201
Торн, К. – 32/09, №1, 6; 32/09, №2, 140
Трифонов, Д. – 24/01, №2, 107
'т Хофт, Г. – 25/02, №3, 203; 28/05, №4, 391

У

Уайнбърг, С. – 24/01, №1, 26; 29/06, №3, 249; 30/07,
№1, 64
Уайтмор, Х. – 31/08, №1, 105; №2, 230; №3, 358
Уайтхед, А. – 32/09, №1, 72
Узунов, Д. – 25/02, №1, 3; 27/04, №1, 3
Уивър, Д. – 28/05, №3, 272
Уил, К. – 31/08, №3, 257
Уилчек, Фр. – 26/03, №1, 21
Уитън, Е. – 24/01, №2, 117
Уиър, Д. – 26/03, №3, 261
Улал, Ч. – 29/06, №2, 150
Уолкер, М. – 25/02, №3, 243
Уорик, Е. – 1/08, №4, 423
Уорол, А. – 28/05, №3, 272
Успенски, Вл. – 33/10, №3, 301

Ф

Фаднър, У. Л. – 24/01, №3, 218
Файнман, Р. – 27/04, №2, 157; 32/09, №2, 178
Филип, Г. – 24/01, №4, 360
Форо, Л. – 30/07, №2, 142
Фрейн, М. – 25/02, №1, 83; №2, 184; №3, 286; №4,
385
Фридкин, В. – 26/03, №1, 43; 31/08, №1, 73; №2, 167
Фрювалд, В. – 28/05, №2, 180

Х

Хайзенберг, В. – 25/02, №3, 260; 27/04, №4, 342

Хескет, К. – 28/05, №3, 272
Хетерингтън, Н. С. – 25/02, №3, 223
Хилберт, Д. – 33/10, №3, 293
Ходжис, Е. – 31/08, №4, 507
Ходжсън, П. – 32/09, №2, 194
Ходъсън, Л. – 24/01, №3, 234
Холтън, Дж. – 24/01, №2, 139
Христова, М. – 29/06, №3, 280
Хъмфрис, К. – 30/07, №1, 81

Ц

Цанков, Л. – 31/08, №3, 348
Цапенко, П. – 33/10, №2, 308
Цветкова, К. – 27/04, №3, 271
Ценов, Р. – 28/05, №3, 292
Цонев, Л. – 33/10, №2, 234

Ч

Чалмърс, М. – 33/10, №2, 257
Часовникова, В. – 29/06, №3, 280
Чернин, А. – 29/06, №2, 125
Чернявский, Г. – 32/09, №1, 62
Чингов, Г. – 25/02, №1, 79
Чолаков, В. – 31/08, №4, 394

Ш

Шателие, М. – 26/03, №2, 147
Ширков, Д. – 33/10, №3, 351
Шкловски, Й. – 25/02, №3, 273
Шрьодингер, Е. – 27/04, №1, 39 и 82; №2, 183; №3,
289; №4, 388
Шустов, Б. – 29/06, №1, 19
Шьонебергер, К. – 30/07, №2, 142
Шюценберже. – 24/01, №1– 87; №2, 183; №3, 292;
№4, 384

Щ

Щерн, Ф. – 29/06, №2, 192

Ю

Юревич, А. – 28/05, №2, 203
Юревич, А. – 33/10, №2, 308

Я

Язаджиев, Ст. – 33/10, №3, 346
Якобсон, Р. – 28/05, №2, 189
Якуб, К. – 32/09, №4, 462

ТОЗИ ТОМ СЕ ПУБЛИКУВА С ЩЕДРАТА ФИНАНСОВА ПОДКРЕПА НА ЕВРОПЕЙСКОТО ФИЗИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО

THIS VOLUME IS PUBLISHED WITH THE GENEROUS FINANCIAL SUPPORT OF THE EUROPEAN PHYSICAL SOCIETY

През 2011 г. в “Светът на физиката” четете:

И. Тодоров – Паскуал Йордан – забравен създател на квантовата теория

Д. Динев – Гиганските морски вълни-убийци – факти и хипотези

М. Замфиров, Н. Вучков – Нека бъде монохроматична и насочена светлина

М. Дубинин, А. Никитенко – Бозоните на Хигс и обединяването на взаимодействията

М. Савина, С. Шманов – Физика с допълнителни пространствено-времени измерения

М. Монастирски – Джон фон Нойман

Л. Окун – “Не ни ли се присмива Господ-Бог”: формулата на Айнщайн $E=mc^2$

С. Кара-Мурза – Социалните функции на науката в условия на криза

Р. Сагдеев – Спомени за учителя (Давид Франк-Каменицкий)

М. Гел-Ман – Някои поуки от шейсетгодишно теоретизиране

П. Фройнд – Страст към откривателство

Я. Хътчинсън – Джеймс Максвел и християнската парадигма

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 4’2010
СЪДЪРЖАНИЕ

НОБЕЛОВИ НАГРАДИ

– Д. Динев – Нобелови награди 2010

НАУКАТА

– Й. Намбу – Спонтанното нарушение на симетриите във физиката на високите енергии
– И. Ф. Гинзбург – Нерешените проблеми на фундаменталната физика
– Ю. Манин – Размишления за аритметичната физика

НАУКА И ОБЩЕСТВО

– Ф. Дайсън – Въпросът за глобалното затопляне
– Л. И. Пономарьов – В защита на науката

ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА

– Д. Блейр – Гравитационна астрономия за първокурсници

ИСТОРИЯ

– Няколко нови снимки от живота на проф. Елисавета Карамихайлова
– И. Азманов, В. Вангелова – Георги Наджаков и Гьотингенската академия на науките
– К. Коленцов – И физикът-теоретик може да е изобретател. Приносът на акад. Христо Я. Христов в изобретателското дело
– Г. Камишева – Симпозиумът Корените на физиката в Европа

IN MEMORIAM

– В памет на проф. д-р Параскева Симова (1920-2010)
– Проф. дфмн Владимир Георгиев Шкодров (1930-2010)

КНИГОПИС

– И. Тодоров – Математиката като метафора (Манин и Дайсън)
– А. Г. Петров – Постижения на приложната физика във ФИ с АНЕБ и ИФТТ
– Л. Вацкичев – По магистралите на ядрената физика
– Д. Ендърби – Красива странност

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

– П. Войт – Не е даже погрешна – IV част

ИНТЕРЕСНО

– О. Йорданов – Интересни уеб-страници

АНТИ-НОБЕЛОВИ НАГРАДИ

– М. Замфиров – Анти-Нобелови награди за 2010 г.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМ XXXIII

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМОВЕ XXIV-XXXIII

АВТОРСКИ ИНДЕКС НА ТОМОВЕ XXIV-XXXIII

THE WORLD OF PHYSICS 4’2010
CONTENTS

NOBEL PRIZES

D. Dinev – Nobel Prizes 2010 381

THE SCIENCE

– Y. Nambu – Spontaneous symmetry breaking in physics of high energies..... 384
– I. F. Ginzburg – The unsolved problems of fundamental physics 391
– Y. Manin – Some thoughts on arithmetical physics 399

SCIENCE AND SOCIETY

– F. Dyson – The question of global warming 405
– L. I. Ponomaryov – In defence of science 417

PHYSICS AND METAPHYSICS

– D. Blair – Gravitational astronomy for first-year university students 423

HISTORY

– Some new photographs of Prof. Elisaveta Karamihaylova’s life 426
– I. Azmanov, V. Vangelova – Georgi Nadzhakov and Gottingen academy of sciences..... 429
– K. Kolentsov – A physicist-theoretician can also be an inventor. Acad. Hristo Y. Hristov’s contribution. 433
– G. Kamisheva – Symposium Roots of physics in Europe 435

IN MEMORIAM

– In memory of prof. Paraskeva Simova, PhD (1920-2010) 441
– Prof. Vladimir Georgiev Shkodrov, D. Sc. (1930-2010)..... 442

BIBLIOGRAPHY

– I. Todorov – Mathematics as a metaphor (Manin and Dyson) 443
– A. G. Petrov – Achievements of applied physics in ISSP and INRNE..... 454
– L. Vatskichev – On the high-ways of nuclear physics .. 456
– D. Endurby – Beautiful strangeness..... 458

SERIAL

– P. Woit – Not even Wrong – Part IV 462

INTERESTING

– O. Yordanov – Interesting web-pages 480

IG NOBEL PRIZES

– M. Zamfirov – Ig-Nobel prizes for 2010 481

CONTENTS of v. XXXIII 484

CONTENTS of vv. XXIV-XXXIII..... 487

AUTHOR INDEX of vv. XXIV-XXXIII 501