

ТРАГИЧНИЯТ И ЩАСТЛИВ ЖИВОТ НА ЪРНЕСТ ИЗИНГ

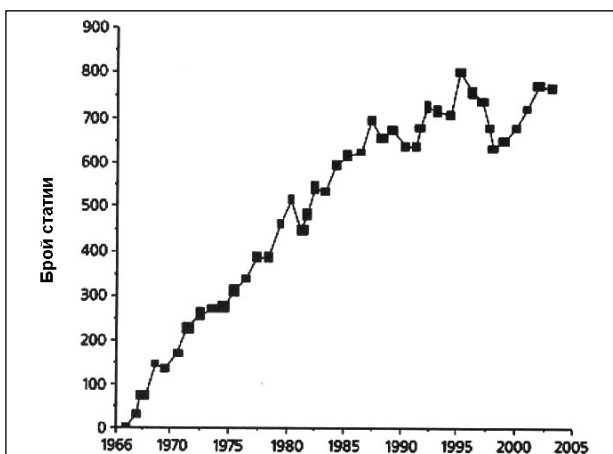
Е. З. Мейлихов



Моделът на Изинг е един от стандартните модели на статистическата физика, на чието изследване са посветени огромен брой публикации: известната Интернет-търсачка Google на въпроса “модел на Изинг” дава 330 хиляди цитата (!). Парадоксът е в това, че въпреки че много са чували за модела на Изинг, почти никой не знае кой е пък самият Изинг. Впрочем, Ърнест Изинг, автор на публикацията, в която за пръв път се разглежда моделът, впоследствие кръстен на негово име, и която е неговата първа публикация, остава и неговата *единствена* публикация.

Модел на Изинг I. Преди всичко да напомним същността на модела. Както е известно, магнетизмът на различните тела е свързан с магнитните свойства на атомите, изграждащи съответното тяло. Тези свойства, от своя страна, са обусловени от магнитните характеристики на електроните, влизащи в състава на атомите. Както най-важният пункт на „електричния паспорт” на електрона е неговият електричен товар, като „визитна картичка” на неговите магнитни свойства служи собственият магнитен момент (спин). За разлика от товара, магнитният момент се характеризира не само с големината, но и с посока (т.е. представлява вектор). Обикновено магнитните моменти на електроните са насочени в различни страни, така че тяхната сума (векторна) е практически равна на нула. Обаче в някои случаи магнитните моменти на значителна част от електроните са построени успоредно помежду си. Тогава и възниква силният магнетизъм, или както обикновено го наричат – феромагнетизъм (от лат. ferrum – желязо).

Причината за такова построяване на магнитните моменти на електроните е тяхното взаимодействие помежду им. Такова взаимодействие може да бъде пряко (без всякакви „посредници”) и



Ежегодно количество на публикации, посветени на модела на Изинг след 1966 г. (общото число публикации за 1966-2003 гг. - около 20 000)

косвено (чрез „посредници“, каквито могат да бъдат други електрони – свободни или влизащи в състава на атома).

Към какво води прякото взаимодействие, може да се разбере с помощта на прости експерименти с магнитни стрелки – чувствителни елементи на приборите за определяне на посоката на магнитното поле на Земята (компаса). По отношение на магнитните свойства такива стрелки много приличат на електроните: те притежават собствен магнитен момент (насочен по оста на стрелката от „южния“ полюс към „северния“), ориентация в пространството което се изменя при въртене на стрелката около иглата.

Ако две стрелки се поместят близо една до друга, тяхното взаимодействие става много силно и влиянието на магнитното поле на Земята може да бъде пренебрегнато. Нека да закрепим едната стрелка, като например я снемем от оста и я прикрепим върху повърхността на масата (фиксирайки ориентацията на тази стрелка, ще я наричаме по-нататък избрана посока). Нека на тази повърхност рисуваме две прави линии, преминаващи през центъра на закрепената стрелка: една по избраното направление (линията 1), другата – перпендикулярна на нея (линията 2). Нека сега приближим към неподвижната стрелка друга магнитна стрелка, с възможност да се върти около оста си. Ако в процеса на това приближаване центърът на втората стрелка през цялата време остава по линията 1, то (независимо от началната ориентация) тази стрелка рано или късно ще застане така, че магнитните моменти на всички стрелки да бъдат паралелни помежду си.

Косвеното взаимодействие на магнитните моменти е трудно да се моделира. Може само да се предположи, че при наличието на „посредници“ зависимостта от енергията на взаимодействие от споменатия по-горе ъгъл ще изчезне и ще остане само зависимостта от разстоянието между магнитните моменти и от техните знаци (т.е. посоки). Точното пресмятане потвърждава това предположение. По такъв начин, за по-голяма определеност можем, например, да приемем, че взаимодействието винаги (независимо от взаимното разположение) благоприятства паралелната ориентация на магнитните моменти.

Да си представим сега, че магнитните стрелки (които, да напомним, моделират магнитните моменти на електроните) са разположени във възлите на правилна решетка.



Анизотропно взаимодействие на магнитните стрелки

Понеже взаимодействието бързо намалява с увеличаване на разстоянието, може да се ограничим с взаимодействието само на съседни магнитни моменти. В съгласие с приетото предположение, такова взаимодействие благоприятства на престоиването на съседните магнитни моменти по някакво избрано направление

ние и по такъв начин намалява енергията на системата, внасяйки в нея отрицателен принос – J . Обратно, антипаралелната ориентация на съседните моменти е енергетично неизгодна и води до увеличаване на енергията с J . Това е и модела на Изинг, в който, обаче, е необходимо да се внесе още един елемент – топлинните флуктуации.

Очевидно е, че при направените предположения най-малка енергия на системата съответства на състояние, в което всички магнитни стрелки са паралелни една на друга. Обаче да си представим сега, че масата, на която са поместени всички тези стрелки, безразборно се тресе (като при земетресение). Ясно е, че ако такова разпръскване е достатъчно силно, ориентираният ред на магнитните моменти на стрелките ще изчезне. Всъщност магнитните моменти на отделните електрони са толкова малки, че не е нужно земетресение: за това е достатъчно винаги съществуващото топлинно „разтърсване“ на решетката. Ако енергия $\sim kT$, получавана от решетката, е сравнима с енергията на взаимодействието J , то в равновесното състояние пълна ориентация на магнитните моменти няма да има. Нещо повече – не е ясно ще се запази ли поне преимуществената ориентация на тези моменти?

За отговор на този въпрос е бил предложен модел, който се нарича модел на Изинг. В него магнитните моменти, разположени в възлите на правилна решетка, могат да бъдат ориентирани по (или против) някаква избрана посока. Отчита се само взаимодействието на съседните спинове, енергията на която се приема (в зависимост от тяхната ориентация) стойностите $+J$. Този модел е принципно важен в смисъл, че се отнася за система, в която се наблюдават колективни явления и фазови преходи, а и допуска математично разглеждане.

Ърнест Изинг (1900 – 1998). Пръв количествен анализ на подобен модел е бил проведен през 1924 г. от Ърнест Изинг в неговата докторска дисертация [1]. През 1925 г. получените от него резултати са публикувани в Zeitschrift f. Physik [2]. Животът на Изинг обхваща практически целия изминал век и включва в себе си много драматични политически и научни събития. За това колко важен се оказва моделът на Изинг за по-нататъшното развитие на физиката, свидетелства факта, че след 1966 г. са се появили около 20 хиляди публикации, цитиращи оригиналната работа на Изинг и повече от 300 хиляди публикации, използващи или развиващи този модел. Обаче, независимо на грандиозната популярност на модела на Изинг, малко са хората които знаят нещо за неговият автор, в чийто дълъг живот сложно се преплитат много трагични и щастливи събития. Описаните в настоящия текст биографични бележки за живота на Изинг в значителна степен се основават на материалите в публикациите [3-6].

Ърнест Изинг е роден на 10 май 1900 г. в Кьолн, Германия, в семейството на бакалина Густав Изинг и неговата съпруга Текле (родена Льове). Две години след това семейството се преселва в Бохум (Вестфалия), където Ърнест е провел своето детство. През есента на 1907 г. той постъпва в местното училище, а през 1918 г. завършва гимназия. В ход е Първата световна война и Ърнест е призован на военна подготовка, но, за щастие, войната завършва, преди той да е отправен на фронта. През есента на

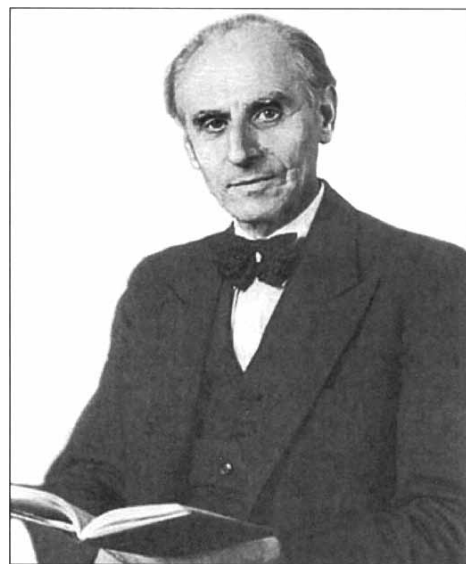
1919 г. Изинг започва да изучава математика и физика в Гьотингенския университет, продължава образованието си в Бон, а от 1922 г. в Хамбург.

През 20-те години на миналия век Хамбург е бил един от центровете на развитие на физическите науки. Там са се занимавали с изследвания много изтъкнати учени. По време на обучението си в Хамбург Изинг се запознава с връстника си Волфганг Паули (1900–1958), който току що е започнал работа в същия университет като асистент-професор по теоретична физика. През март 1924 г. Паули публикува статия, в която е формулиран един от най-важните принципи на съвременната теоретична физика (през 1945 г. той получава Нобеловата премия „за откриването на принципа на забраната, който се нарича принцип на Паули“).

По същото време в Хамбург работи и Отто Щерн (1888-1969), който става редовен професор в Хамбургския университет през 1923 г., който заедно с Валтер Герлах (1889-1979) провежда знаменитите експерименти с атомни снопове в нееднородно магнитно поле. През 1943 г. Отто Щерн, по това време емигрант в САЩ, е удостоен с Нобелова премия „за приноса му в развитието на метода на молекулярните снопове и за откриването и измерването на магнитния момент на протона“.

Да се занимава с теоретична физика на Изинг предлага завеждащият катедрата по теоретична физика на Хамбургския университет професор Вилхелм Ленц (1888-1957), чийто помощник е бил Паули. Под ръководството на Ленц през 1922 г. Изинг започва изследването на един от моделите на феромагнетизма, което става и тема на неговата дисертация [1]. Защитата се състояла през юли 1924 г. във факултета по математика и естествени науки на Хамбургския университет.

След получаването на докторската степен Изинг се преселва в Берлин и през 1925-1926 гг. работи в патентното бюро на „Allgemeine Elektrizitäts-gesellschaft“ (AEG).



Вилхелм Ленц (1888-1957)

Неудовлетворен от тази работа, той решава да стане учител. В продължение на година той работи в известното училище-интернат в Салем, но за придвижване в педагогическото поприще е било необходимо да се получи специално образование. Затова през 1928 г. той се завръща в Берлинския университет, за да изучава философия и педагогика, и през 1930 г. полага държавния си изпит пред педагогическия съвет по висше образование. През същата година Изинг се жени за Джоана Емер, доктор по икономика, която той е срещнал в Берлин. Младата съпругеска двойка се преселва в Щраусберг, близо до Берлин, където Ърнст е назначен на длъжност помощник-учител във висшето училище – длъжност за лица, положили съответния изпит, но все още без

необходимия опит. По-късно той заминава за Гросеен-на-Одър (днес град Кросно в Полша), за да замени заболял колега.

През 1933 г. на власт идва Хитлер и скоро държавните служители-евреи са лишени от работа. Тази участ не избягва и Ърнст Изинг. В течение на година той е безработен, ако не броим временната му работа в училището за емигранти в Париж. През 1934 г. Изинг намира наново работа в еврейското училище-интернат в Капут близо до Потсдам. Това училище е основано от прогресивната педагожка Гертруда Файертад (1890-1943); днес нейното име носи една от улиците в Потсдам. Близо до училището е лятната къща на Алберт Айнщайн. Когато през 1932 г. Айнщайн емигрира в САЩ, училището взема под аренда тази къща за провеждане на допълнителни занимания. По-късно Изинг с удоволствие е разказвал как се е къпал във ваната на Айнщайн, понеже у тях не е имало вана.

През следващите години броят на учениците расте, понеже еврейските деца са изгонени от обществените училища. През 1937 г. Изинг става един от ръководителите на училището. На 10 ноември 1938 г. по време на „Кристалната нощ“ – погромната акция, насочена против немските евреи, – жителите на селцето, провокирани от нацистите, разгромяват напълно училището. Възпитаниците на училището, заедно с директорката Файертаг и преподавателите се скриват в близката гора. Почти след 60 години останалите живи се връщат на същото място и, спомняйки си изминалите събития, го наричат „изгонването от рая“.

След погрома Изинг се завръща в Берлин. На 15 ноември той праща на училищната администрация на Потсдам писмо, в което пише: „От 11 ноември еврейското училище-интернат в Капут е затворено. Възстановяването на обучението в обозримо бъдеще е невъзможно. Боя се, че всички книжа и документи са унищожени. Моят настоящ адрес е: Берлин-Вилмерсдорф, Паретцерищрасе, 10 IV. Изинг“. Отговор така и не получава.

След три месеца, рано сутринта на 27 януари 1939 г., Изинг е призован да се яви в Гестапо. Подложен е на четиричасов разпит и освободен едва когато обещава да напусне Германия. Решавайки да емигрират в САЩ, Изинг и жена му се отправят за Люксембург. Обаче им се налага да се задържат там, поради ограничената квота за емигранти. На четирийсетият рожден ден на Изинг германската армия окупира Люксембург и американското консулство е закрито. За да преживяват, съпрузите Изинг са принудени да се наемат като прислужници.

Секретно писмо на Адолф Айхман от януари 1942 г. провъзгласява пълна депортация на евреите, с изключение на онези, чийто съпруг или съпруга е с немски произход. В съответствие с това правило Изинг е могло да остане със семейството си, но мъжете на всички еврейски жени са били заставени да работят за германската армия. От май 1943 до освобождението през есента на 1944 г. те са се занимавали с демонтирането на железопътната линия Мажино в Лореин.

Две години след края на Втората световна война семейството на Изинг напуска Европа на борда на товарен кораб и през април 1947 г. пристигат в Ню Йорк. С това завършва първият етап от неговия живот.

В продължение на година той работи като преподавател в държавния педагогически колеж в Майнът (Северна Дакота), а през 1948 г. е назначен за професор по физика в университета Бредли в Пеория (Илинойс), където преподава до излизането си в пенсия през 1976 г. Американско гражданство получава през 1953 г.; тук получава и името си Ърнест, и тук в провинциална Пеория преминава втората, значително по-щастлива половина от живота му.

След Втората световна война Паули помолил колегата си Валентин Телегди да направи справка за останалите живи немски физици-евреи. Изинг е „открит“ и през февруари 1951 г. Паули му пише: „Драги г-н Изинг, благодаря за писмото Ви. Радвам се да узная, че сте преживели хитлеровския „живот“ и сте си намерили работа...“.

Увлечението на Изинг през следвоенните години става преподаването. Неговите ученици помнят лекциите му, внимателно подготвените му демонстрационни опити и свойственият му тънък хумор. Той е казвал, че урокът не може да се приеме за успешен, ако по време на лекцията учениците не са се разсмели поне един път. Той е обичал изящните изкуства и поезията и даже на преклонна възраст е могъл на цитира Гьоте и другите немски класици. Това явно е намерило отражение в една негова научно-популярна статия „Гьоте като физик“ [7].

Изинг е обичал спорта, специално туризма и плуването. През 1980 г. (на 80-годишна възраст!) заедно с жена си участва в леденото шоу на Дороти Хемил, златната медалистка от Олимпийски игри, и заедно танцуват валс. Освен това той е бил страстен фотограф. До и след излизането си в пенсия той е пътешествал много, посетил почти всички американски щати и много страни по света.

В продължение на много години Изинг не е взимал никакво участие в научния живот и едва през 1949 г. научава за широката известност на неговата статия. Той е бил изумен всеки път, когато научавал за споменаването на името му, но бидейки скромен човек, винаги е отбелязвал приноса на своят ръководител. В едно от писмата си той пише: *Искам да обърна внимание, че този модел всъщност трябва да се нарича модел на Ленц-Изинг. Идеята принадлежи на моят наставник доктор Вилхелм Ленц, който ми предложи да го изследвам математически в моята дисертация ...*

Ърнест Изинг почива на 11 май 1998 г. в къщата си в Пеория на следващия ден след своя 98-и рожден ден.

Модел на Изинг II. Концепцията за микроскопичния модел на магнитната система, състояща се от елементарни магнитни моменти с две възможни ориентации „нагоре“ и „надолу“, е била предложена от Вилхелм Ленц. Той първи използва този модел за обяснение на парамагнитните свойства на твърдите тела [8]. В края на статията си той по следният начин формулира идеята за тези взаимодействия: „Предположението за това, че потенциалната енергия на взаимодействие на атома (елементарен магнит) във феромагнит с неговите съседни в положение „0“ се отличава от това в положение „р“, води до извода за естествената ориентация на атомите и възникването на спонтанна намагнитеност ... Може да се надяваме, че по такъв начин ще можем да обясним свойствата на феромагнитите“.

В своята дисертация [1] Изинг разглежда частния случай на линейна верижка от магнитни моменти, свързани с най-близките си съседи. Той показва, че спонтанната намагнитеност не може да се обясни в рамките на такъв едномерен модел. В статията [2], написана по материали от дисертацията, той грешно обобщава получения резултат и за тримерния случай.

Изинг знае за първото позоваване на неговата работа в статия на Хайзенберг [9], в която той въвежда квантовомеханично обменно взаимодействие за описване на феромагнетизма. Хайзенберг пише: *Други сложни детайли са обсъдени от Ленц, а Изинг успява да покаже, че предположението за наличие на достатъчно големи сили между две съседни атомни верижки не може да обясни феромагнетизма*.

Стефан Браш в публикуван през 1967 г. обзор [10], посветен на модела на Изинг, коментира този пасаж на Хайзенберг по следния начин: „По такъв начин, Хайзенберг използва предполагаемата несъстоятелност на модела на Ленц – Изинг за обяснение на феромагнетизма като оправдание за разработването на своя собствена теория, основаващо се на по-сложно взаимодействие между спиновете. Това води до объркване в естествения ред на развитие на теорията на феромагнетизма: отначало се разглежда по-изтънченият модел на Хайзенберг и едва след това теоретичите се връщат към изследване на свойствата на по-простия модел на Ленц-Изинг“.

Терминът „модел на Изинг“ е въведен от Рудолф Пайерлс в статията му от 1936 г. [11], която е озаглавена „За модела на феромагнетизма на Изинг“. Той разглежда границата, която разделя областите със спин „нагоре“ и „надолу“ в двумерна квадратна решетка на Изинг. Оценявайки горната стойност на дължината на затворена граница, той показва, че при достатъчно ниски температури само малка част от общия брой спинове е затворена в областта, ограничена от такава граница. Следователно, голямата част от спиновете трябва да имат противоположен знак, което пък означава спонтанна намагнитеност на системата.

Най-впечатляващият успех на модела на Изинг е свързан с изследването на фазовия преход между феромагнетизъм и парамагнетизъм. Истинският пробив е извършен, когато различни автори установяват, че проблемът може да бъде формулиран в матрично представяне, в което свойствата на системата са свързани с тъй наречените собствени стойности на някаква матрица [12,13].

Хендрик Крамерс и Грегори Ванье [12] определиха числената стойност на температурата T_c , при която в двумерната изингова система възниква различен от нула сумарен магнитен момент (тъй наречената температура на Кюри): $k_{T_c} = 2.27J$, а точното и пълно решение за правоъгълна решетка, получено през 1944 г. от Ларс Онзангер [14].

Понастоящем са известни също точните решения на двумерния проблем на Изинг за триъгълна и шестоъгълна решетка, за решетката на Бете [15], както и за т.нар. модел на леда върху квадратна решетка – модели с шест или осем върха [16]. В модела на леда решетката се състои от атоми от два вида (условно – „кислород“ и „водород“), първите от които заемат възлите на квадратната решетка, а вторите са разположени на връзките между тях. Атомите се подчиняват на „правилото на леда“: от четирите водородни ато-

ма, обкръжаващи всеки кислороден атом, два (кои и да са) са противоположни близо, а другите два са отдалечени по линията на съответната връзка. „Водородната връзка“ между атомите на кислорода се осъществява чрез атомите на водорода. В модела на Изинг на тази връзки съответстват магнитните моменти, които могат да бъдат изобразени като стрелки, успоредни на линиите на връзки и насочени към края на връзката, която е заета от атома на водорода. „Правилото на леда“ се свежда до твърдението, че във всеки възел (където е разположен атом на кислорода) има два момента, насочени към него, и два момента, насочени в противната посока. Имаме всичко на всичко шест различни конфигурации на стрелките, удовлетворяващи това правило (затова модели от типа на леда понякога се наричат модели с шест върха) с енергии, които, казано най-общо, могат да се отличават една от друга. Всички шест допустими конфигурации на стрелки-диполи на възлите са представени на фигурата по-долу:

1	2	3	4	5	6

Различни комбинации на ориентацията на диполите в модели с шест върха

Моделът с осем върха е обобщен модел на леда. В него, към приведените по-горе шест конфигурации на стрелките около възлите се добавят още две, в които всички стрелки влизат във възела или излизат от него (очевидно, че за такива възли правилото на леда не се изпълнява).

Що се отнася до примерния модел на Изинг, то независимо от многочислените опити да се намери неговото точно решение и до днес това не е постигнато; съгласно приближени аналитични и компютърни пресмятания, $k_{TC} \sim 4,5J$. Нещо повече, неотдавна се появиха строги математични аргументи в полза на твърдението, че точното решаване на този проблем въобще е невъзможно [17]. Авторът на това твърдение Сорин Истрийл (директор на отдела по информатика на Celera/Applied Biosystems, Rockville, MD) казва: *Разбира се, това не е толкова полезно, колкото да се намери чашата на Граал. На всички ни се иска да приличаме на Ларс Онзангер, но поне засега, никой не бива да губи време за решаването на тази неразрешима задача*.

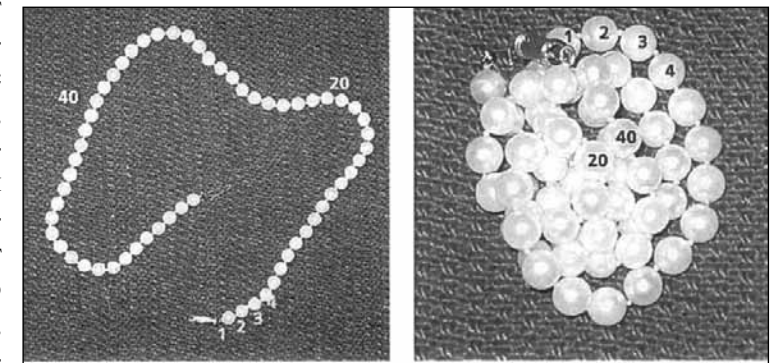
Модел на Изинг III. Всичко, което разказвахме досега, се отнася за регулярните магнитно-спиновите решетки. Реалните системи, свойствата на които могат да бъдат описани в рамките на модела на Изинг, рядко са абсолютно регулярни. Съществуват много причини, нарушаващи строгата периодичност на такива системи. Една от тях е случайното заместване на магнитните моменти, изграждаща системата, с магнитни моменти с друга стойност. В резултат, енергията на взаимодействие на паралелните спинове, в отсъствие на подобни „примеси“ равна на $-J$, по случаен начин (с вероятност, равна на относителната концентрация на примесите) може да има стойност $-J'$.

Ясно е, че ако и в двата случая енергетически по-изгодна е паралелната ориентация на спиновете (т.е. $J, J' > 0$), то примесите ще повлияят само на температурата на Кюри, под която системата, както и преди, ще остане феромагнитна.

По-сложно стоят нещата, когато взаимодействието на примесите има антиферомагнитен характер (т.е. $J' < 0$). Може да се очаква, че феромагнитното състояние на такава система е възможна само дотогава, докато концентрацията на антиферомагнитните примеси не достигне някаква критична стойност. И това наистина е така, обаче се оказва, че критичната концентрация се определя от особен механизъм – перколяция, която обезпечава съществуването на свързани области на феромагнитни спинове. Перколяцията в значителна степен е отговорна и за свойствата на системата, в която няма примеси, но част от връзките случайно е изчезнала. Формално това съответства на случая $J' = 0$.

В последно време интензивно се изучават изингови системи, в които, обратно, по случаен път се установяват (допълнителни към съществуващите в регулярната решетка) връзки. При това, допълнителните връзки също са случайни – те могат да обезпечат взаимодействия на спинове по възлите, отстоящи много далеч един от друг. Такава нерегулярна мрежа се нарича мрежа на „тесен свят“. Това наименование е свободен превод на английското словосъчетание small world network, отнасящо се до мрежи с особени свойства. Една от тях, известно като „правилото на шестте ръкостискания“ [18], се състои в това, че кои и да са двама души на Земята се познават един с друг чрез шест „посредника“. Английското изречение „It is a small world!“, свързано с удивителна висока вероятност с руският еквивалент за случая „Колко е тесен светът!“ (основание за приведеният вариант на превода). В „обикновените“ мрежи (регулярни и неподредени) възлите са съединени само с близките съседи. За разлика от тях, в „тесния свят“ съществуват случайни връзки и между далечни (в геометричен смисъл) възли. Именно наличието на такива далечни връзки (шунтове или паралелни връзки) и обуславя особените свойства на такива мрежи.

Задачата на Изинг в мрежата на „тесния свят“ възниква по същия начин, както и в обикновената решетка, – във възлите на мрежата се поместват изинговите спинове, които взаимодействат (енергия на взаимодействието J) само с най-близките си съседи, т.е. с онези, които непосредствено са свързани с избрания спин. Обаче тук „близки“ стават и някои геометрично отдалечени спинове, което, естествено, спомага за магнитното под-





Ъ. Изинг

реждане. Основната задача тук е да се определи как температурата на Кюри зависи от частта p на далечните връзки.

Точното решение на такава задача е известно само за едномерна верига спинове. В останалите случаи тя се разглежда чрез компютърно моделиране. Въпреки това, качествено верни и достатъчно точни в количествено отношение резултати могат да се получат, разпространявайки върху мрежата на „тесния свят“, аргументите, изказани от Пайерлс още през 1936 г. [11]. Неговите съображения се свеждат към оценката на енергетичната изгодност (или неизгодност) на разбиването на спиновете на области (домени), вътре в които всички спинове са паралелни, но тяхната насоченост се изменя при прехода през границата на домена.

Особено проста е тази оценка за едномерна система, при която в близост до доменната граница е разположена само една двойка спинове, чиято антипаралелна ориентация увеличава енергията на системата с $2J$. Трябва да се очаква, че това ще възпрепятства образуването на такава граница, и следователно и нарушаването на феромагнитния ред в системата. Обаче при крайна температура термодинамичното равновесие на системата, както е известно, не е състоянието с най-малка (вътрешна) енергия, а най-вероятното състояние [19]. Вероятността пък на състоянието е толкова по-голяма, колкото с по-голям брой начини това състояние може да бъде реализирано. В разглеждания случай на едномерна верига феромагнитното състояние, в което всички спинове са паралелни един на друг, се реализира по един единствен начин. Състоянието пък на доменната граница може да бъде реализирано по много различни начини, понеже границата може да бъде разположена в кой и да възел на веригата. Затова вероятността за появяването на домени е голяма. Това надхвърля загубата на $2J$ и води до това, че феромагнитното състояние не е термодинамично равновесие. Формално на дадения случай съответства $T_c = 0$.

Във веригата на „тесния свят“ възможностите за преместване на доменната граница значително се стесняват. Действително, за да може енергията на системата да се увеличи, такава граница не трябва да разкъсва далечни връзки. В резултат броят на допустимите конфигурации с доменна граница намалява и термодинамичното равновесие на феромагнитното състояние се възстановява (т.е. $T_c > 0$). Оценките дават за едномерната граница на спинове следната зависимост на температурата на Кюри от частта на далечни връзки: $T_c \sim 2J \ln p$ (резултатът е верен, ако $pN \gg 1$, където N е броят на спиновете във веригата).

В двумерни и тримерни регулярни системи без далечни връзки подреденото магнитно състояние е налице (т.е. $T_c > 0$). Въвеждането на далечни връзки води само

до нарастване на температурата на Кюри с някаква стойност ΔT_c , зависеща от p . Разпространявайки описаните съображения върху тези случаи, може да се покаже, че $\Delta T_c \sim p^{1/2}$ за двумерна система и $\Delta T_c \sim p^{2/3}$ за тримерна система [20,21]. Тези изводи се потвърждават с компютърно моделиране.

Системата, която се нарича „тесен свят“ е математична абстракция. Възниква въпросът: съществуват ли реални физически обекти, устроени по такъв начин? Отговор на този въпрос са се опитали да дадат четирима студенти от университета в Мисисипи [22]. Те купуват от бижутериен магазин огърлица – верижка с нанизани $N=150$ мъниста и го използват като модел за едномерна верига. Всички мъниста са номерирани, след което са размесени по случаен начин и натрупани на куп, което, разбира се не нарушава тяхната едномерност. Обаче при това съседни се оказват някои мъниста, които преди това са се намирили далеч един от друг на нишката, което е еквивалентно на въвеждането на допълнителна далеко действаща сила. След това съставят таблица (т.нар. матрица на Лаплас) с размерност $N \times N$, елементите на която, стоящите на пресичането на i - стълб с j - ред, е равен на 1 или 0, в зависимост от това, съседни ли са един с друг i – и j – мъниста. Такъв експеримент е проведен и с помощта на компютър, който по специален вероятностен алгоритъм „създава“ виртуалната едномерна система на „тесния свят“. Оказва се, че някаква важна характеристика на матрицата на Лаплас (а именно разпределението на собствените стойности) е еднаква за реалната и виртуална система. Същата характеристика за първоначалната (праволинейна) нишка е съвсем друга.

Този експеримент показва, че макроскопични системи от вериги на „тесния свят“ са напълно реални. Може да се мисли за реални и за микроскопични системи, в които ролята на мъниста се изпълнява от атоми или молекули. Не е изключено, че те могат да бъдат създавани от дълги (полимерни) молекули по примерно същата схема, каквато беше описана по горе.

* * *

Въведеният първоначално за разбиране на феромагнетизма модел на Изинг се оказва в центъра на разнообразни физически теории, отнасящи се за критични явления за течности и разтвори, за спиновни стъкла, клетъчни мембрани, моделиране на имунната система, различни обществени явления и т.н. Освен това, този модел служи за полигон за проверка на методи за числено моделиране на различни физични явления.

Най-голямата загадка, свързана с Изинг е: защо толкова успешно начало на научна дейност не получава никакво продължение? Едно от възможните обяснения се състои в това, че с тази си работа Изинг, както на него му се е струвало, е „закрил“ възможното описание на феромагнетизма в рамките на разглеждания от него модел. Неслучайно, Хайзенберг, цитирайки през 1928 г. работата на Изинг, подчертава този негативен извод. И все пак плахото заявление на Изинг, че неговата работа „...би трябвало да представлява интерес за проблемите на феромагнетизма...“, което той прави в заключителното изречение на своята статия, се оказва пророческо. За съжаление,

първото „положително” споменаване на модела, използван от Изинг, като възможна основа за обяснение на феромагнетизма се появява едва през 1936 г. в спомената статия на Пайерлс. Но в това страшно за Германия време Изинг е бил напълно зает със запазването на еврейското училище в Капут, а след това – и на собствения си живот. Затова цялата следваща история на модела на Изинг минава без неговото лично участие.

Литература

- [1] – Izing E. Beitrag zur Theorie der Ferro- und Paramagnetismus. Hamburg, 1824.
- [2] – Izing E.. Zeitschrift f. Physik. 1925. Bd.31.
- [3] – Fry L. The Isings and the 20th Century. Peoria. 1991.
- [4] – Kobe S. Physikalische Blatter. 1995. Bd.51.
- [5] – Kobe S. J.Stat.Phys. 1997. V.88.
- [6] – Kobe S. Braz.J.Phys.2000. V.30. №4.
- [7] – Izing E. American J.Physics. 1950 V.18.
- [8] – Lenz W. Zeitschrift f.Phys. 1920. Bd.21.
- [9] – Heizenberg W. Zeitschrift f. Phys. 1928. Bd.49.
- [10] – Brush S.G. Rev.Mod.Phys. 1967. V.39.
- [11] – Peierls R. Proc.Cambrige Phil. Soc. 1936. V.32.
- [12] – Kramers H.A., Wannier G.H. Phys. Rev. 1941. V.60
- [13] – Montroll E. J.Chem.Phys. 1942. V.10.
- [14] – Onsanger L. Phys.Rev. 1944. V.65.
- [15] – Тази решетка се строи с помощта на специална процедура и не представлява решетка в обикновения смисъл на тази дума. Тя напомня разклоняващо се дърво, в която от всеки клон тръгват еднакъв брой нови клонове. Всеки възел в такава решетка е свързан с еднакъв брой съседи, но в нея няма затворени пътища.
- [16] – Бекстер Р. Точно решаемы модели статистической механке. М. 1985.
- [17] – Istrail S. Proc. Of the 32-Annual ACM Symposium. Portlad, May 2000.
- [18] – Milgram S. Psychol. Today. 1967. V.1.
- [19] – По-точно – състояние (при постоянна температура и обем), съответстващо на минимум на т.нар. свободна енергия, която е по-малка от вътрешната енергия на системата със стойност, толкова по-голяма, колкото вероятността на конфигурация, съответстваща на едно или друго състояние на системата.
- [20] – Meilikhov E.Z., Farzetdinova R.M. Phys. Rev.E.2005. V.71.
- [21] – Meilikhov E.Z., Farzetdinova R.M. e-Print arXiv:Cond-mat/0505502.
- [22] – e-Print arXiv:Cond-mat/0410589v1/22Oct 2004.

Превод от руски: **Н. Ахабабян**
от “Трагическия и счастливия живот на Эрнста Изинга”, Природа, № 7, 2006

ОГЛЕДАЛНАТА МАТЕРИЯ

О. Максименко

Да допуснем, ще каже скептикът, че тази система наистина е разумна от логична гледна точка. Но с това още не е доказано, че тя съответства на природата. Вие сте прав, драги скептико. Само опитът може да покаже къде е скрита истината.

Алберт Айнщайн

1. Красотата през очите на физиците или за любовта към симетрията

Убеден съм, че посредством чисто математически конструкции ние можем да намерим онези понятия и закономерности между тях, които ще ни дадат ключа за разбирането на природните явления.

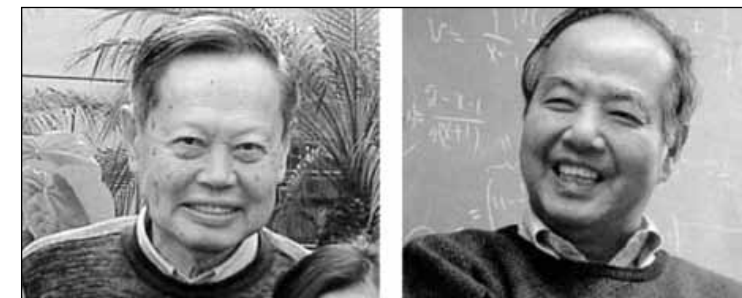
Алберт Айнщайн

Важни са не вещите, а принципите на симетрия.

Стивън Уайнбърг

В началото беше словото. Казаха го младите китайски физици-теоретици Ли Цзундао и Янг Чженин, работещи в Принстънския институт за перспективни изследвания. В средата на 50-е години на миналия век се изясни, че в някои ядрени реакции поведението на образуваните частици изглежда подозрително несиметрично. Например, при разпада на неутрона, родените електрон и неутрино, по някаква неясна причина се разлитат асиметрично в пространството. Нещо повече, по време на движението си тези частици се въртят около оста си на ляво, или както казват физиците, притежават ляв спин.

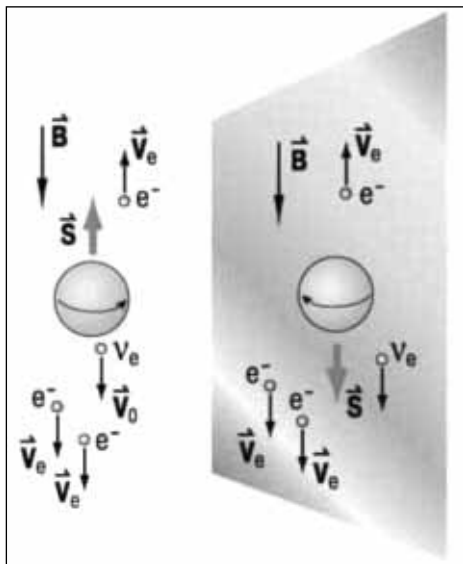
Казано най-общо, в живота отклонението от симетриите не е чак толкова рядко явление. Достатъчно е да си спомним, че всички аминокиселини, от които са построени природните белтъчини, са „леви”, т.е. притежават свойството да въртят поляризираната светлина изключително наляво. Но вече на ниво елемен-



Ли Цзундао и Янг Чженин

тарни частици, учените са уверени, че физическата картина на света се подчинява на законите на симетрията – пространствена четност (P) и зарядова спрегнатост (C), считани за ненарушими. Според закона за зарядова спрегнатост (C-симетрия), резултатът от кой да е физичен експеримент не трябва да се изменя, ако всяка частица в експеримента се замени със съответната античастица. Според закона за запазване на четността (P-симетрия), всяко взаимодействие между частиците трябва да протича така, както ако всички пространствени координати бъдат заменени с огледалното им отражение. Тоест, всички „десни“ характеристики при огледално отражение трябва да се превърнат в „леви“, подобно на това когато в огледалото дясната ръка става лява. И наистина в „макросвета“ тези закони работят прекрасно. В света на елементарните частици, както изглеждаше, всичко беше иначе – каквото и да правиш, „левите“ частици са повече! Някак си, по непонятни причини, природата беше „лява“. Но защо?!

Тогава именно за пръв път беше произнесена тази дума, по-точно това словосъчетание – „огледални частици“. В нашия свят частиците са „ляво завъртяни“, казаха Ли и Янг, и изказаха хипотезата за съществуването на „десни протони“. И за това, че някъде



Мисленият опит на Ли и Янг

далеч във Вселената, е възможно да е имало други частици – огледални. Те са подобни на нашите, но дясно завъртяни, така че като цяло симетрията не е нарушена. Но що за частици са това, какви са техните свойства – за това Ли и Янг не правеха никакви предположения. Първото разумно обяснение за установената несиметричност беше направено от Лев Давидович Ландау, който разработи теорията на комбинираната четност (CP-симетрия). Той предположи, че митичните огледални частици не са нищо друго освен античастици, отличаващи се от нашите частици по знака на електричния си товар. За електрона античастицата е положително натовареният позитрон. За протона – отрицателно натовареният антипротон. За пръв път съществуването на античастицата беше предсказано от английския физик Пол Дирак през 1931 г., а след само една година американецът Карл Андерсън наблюдава експериментално позитрона. Така че, по времето когато вярата на физиките в непоклатимостта на C- и P-симетриите беше разколебана, в реалността на съществуването на античастиците никой не се съмняваше. Обяснението на Ландау изглеждаше отлично. Замяната на частица с античастица води до превръщането на ляво завъртяните електрони в дясно завъртяни позитрони, и симетрията като цяло се запазва: обикновените частици се разпадат с излишък на лявоориентирани електрони, а античастиците – с излишък на дясноориентирани електрони. Обаче и тази

хипотеза – на ниво слаби взаимодействия, не сработи: както скоро се изясни, и CP-симетрията не се запазваше!

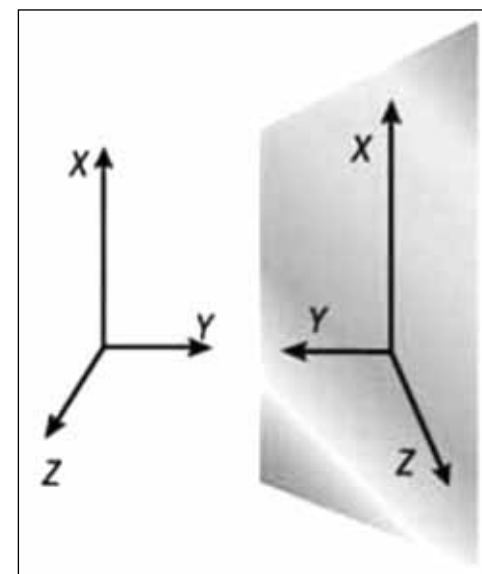
През 1964 г. на конференция в ОИЯИ Дубна, младия американски физик Джеймс Кронин, бъдещият Нобелов лауреат, разказа за резултат от експеримент, проведен заедно с колегите си Вел Фитч, аспиранта им Джеймс Кристенсен и младия френски физик Рене Турле, на ускорителя в Брукхейвънската национална лаборатория в САЩ. Неговото съобщение, че частицата, наречена „К-нула-два-мезон“ (неутрален каон) понякога, наистина много рядко – 1, 2 случая на хиляда – се разпада на два еднакви пи-мезона (а в останалите случаи – на три), произведе буквално впечатление на взривена бомба, защото означаваше, че симетрия между частици и античастици няма! Забавното в случая е, че изследвайки сноповете каони, Кронин и колегите му са се надявали със своя експеримент не да опровергават, а да потвърдят правилността на теорията на CP-симетрията, предложена от Ландау, която забранява подобни разпади. Обаче ги регистрират! Те са били толкова поразени от наблюдаваните разпади, забранени в рамките на теорията на комбинираната четност, че в продължение на половин година внимателно са анализирали и проверявали данните си, преди да се решат да ги оповестят.

Впрочем, на физиките от Дубна им минала черна котка път [1]. Две години по-рано и те са търсели CP- забранени разпади на каони на два пиона, но не успели да доведат експеримента докрай – след като регистрирали почти 600 „правилни“ разпада, те са били принудени да спрат изследването: ръководството, считайки експеримента за безнадежден, го забранява! На групата от Принстън й провървяло повече – „за експерименталното обосноваване на нарушаване на фундаментален принцип на симетрия при разпада на неутралните K-мезони“ те, а не групата на Е.О. Окунов от Дубна, са удостоени с Нобеловата награда.

И така, наблюдаваните „неправилни“

И така, наблюдаваните „неправилни“

И така, наблюдаваните „неправилни“



P-симетрия



Ву Цзинсян, която през 1957 г. експериментално доказва несъхранението на четността при бета-разпада.



Игор Ю. Кобзарев

разпади на каони по теорията на Ландау са били „забранени“, а изглеждащата успешно възстановена симетрия в света на елементарните частици, наново рухнала. Античастиците не могли вече да я спасят – простата замяна на знака на електричните товари с противоположни не изменя тяхното поведение към огледално симетрични. Въпросът оставал открит. Как трябва да е устроена Вселената, за да може в света на елементарните частици симетрията все пак да се запазва? Отговорът е бил търсен от много физици по света, в това число от московчаните Исаак Померанчук, Игор Кобзарев и Лев Окун.

Веднъж в хода на обсъжданията на този проблем в малкия кабинет на Института по теоретична и експериментална физика, в който и понастоящем работи Лев Борисович Окун, те предполагат, че покрай двойката частица-античастица трябва да

съществуват и техните огледални аналози – огледална частица и огледална античастица. Разбира се, за тези хипотетични частици тогава нищо не е било известно. Освен че: огледалните частици се отличават от обикновените по едно единствено качество – авторите го нарекли „числото Алиса“ – на името на същата онази Алиса от Огледалния свят. А операцията на огледално отражение на частиците предложили да се нарича „А-преобразуване“.

Ако частицата притежава това А-число, тя е огледална, ако ли не – тя си е същата – обикновена. Във всичко останало те са свършено еднакви – и спин, и заряд, въобще – всичко. А какво е това А-число, е неизвестно и до днес. Тогава е било напълно неясно какви свойства притежават те, съществуват ли в действителност, и как да се открият? В своята първа публикация на тази тема Л. Б. Окун и колегите му даже предполагат, че невидимите огледални частици могат да образуват цял огледален свят, и нещо повече – този огледален свят може да съществува в едно и също пространство заедно с нашия свят. По-късно те доказват, че всъщност това е невъзможно – „огледалното земно кълбо“ гравитационно би смутило движението на нашето земно кълбо, и тогава ... Както по-късно си спомня Окун, „Игор Кобзарев и аз се разхождахме в неделния ден в подмосковската гора... И изведнъж аз много ярко „видях, как през поляната по невидими релси идва срещу нас невидим и нечуваем влак ...“

Лев Б. Окун

Остроумната хипотеза придобива черти на сериозно предположение в работата на Кобзарев, Окун и Померанчук „За възможността за експериментално наблюдение на огледалните частици“, публикувано през 1966 г. в „Ядерная физика“. В нея строго теоретично те доказват: огледалните частици взаимодействат помежду си, подчинявайки се на всички закони на квантовата механика, а с нашите – обикновени частици – само гравитационно. Да докажат това „направо“ те не могат, но авторите използват метода на „доказателство от противното“: ако беше възможно каквото и да е друго, даже най-малко и съвсем незначително взаимодействие, това непременно трябва да се прояви в експеримента и в някои опити с елементарни частици резултатите щяха да бъдат други.

А такова нещо не се наблюдава. За съжаление, „да се видят“, а още по-малко – „да се пипнат“ огледалните частици с нашите прибори е невъзможно по принцип, по определение, и възможността експериментално да бъде установено съществуването на огледално вещество, още тогава изглежда за авторите на хипотезата много съмнително.

Изглежда тази идея така и щеше да остане известна само на тесен кръг специалисти, ако не беше възникнал проблемът с тъмната материя, за решението на който хипотезата за огледалната материя се вписва извънредно сполучливо.

2. Секретът на тъмната материя

*Природата ни показва само опаишката на лъва.
Но аз никак не се съмнявам, че лъвът действително съществува,
макар че поради своите огромни размери не може
изведнъж да се види целият.*

Алберт Айнщайн

Една от най-интригуващите загадки, оставена за нашето време като наследство от миналото е, разбира се, природата на тъмната, или както още я наричат, „невидимата“ материя. Това, че във Вселената има някаква невидима материя, която има маса, но не се поддава на измерване по никакви достъпни засега начини, няма съмнение – учените чувстват нейното влияние върху състоянието на галактиките и са уверени в нейното съществуване.

Установени са купове звезди и галактики, които се удържат заедно непонятно защо.



Исаак Я. Померанчук

Пресмятанията показват, че видимата им конфигурация е възможна само ако съществува област с повишена плътност на нещо явно по-тежко и гравитиращо и простиращо се зад видимата им граница – т.нар. тъмно хало. При това, пресметнатата маса на такова тъмно хало е десетки пъти по-голяма от тази на всички видими звезди. В тези галактики или звездни купове, отделните части на галактиката или отделни звезди се въртят с такива скорости, че ако в системата няма нещо значително по-тежко, частите ѝ отдавна щяха да се разлетят на всички страни, както биха се разлетели планетите от Слънчевата система, ако в центъра ѝ не се намираше Слънцето, удържащо ги всички заедно благодарение на силите на гравитационно привличане.

Съществуват и явления на гравитационно фокусиране и микрофокусиране, когато скритата маса се проявява като изкривява образа на източника на излъчване или изменя неговия интензитет [2]. Понякога вместо един източник на излъчване астрономите наблюдават няколко негови изображения, често изкривени. Тоест, вместо едно светлинно петно от съответния един източник на светлина – галактика, звезден куп или единична звезда, астрономите виждат няколко образа, понякога изкривени, разтягайки се в дъга с различна дължина с център, съвпадащ с центъра на лещата. А понякога светлината от звездата или галактиката се увеличава няколко пъти, а след това интензитетът отново се връща към изходната стойност.

По своята същност явлението гравитационно фокусиране напомня обикновените земни миражи и възниква в случаите, когато между наблюдателя и източника на светлина се намира леща или призма – не стъклена, разбира се. В пустинята или на шосето ролята на такава призма може да играе слой нагорещ въздух, благодарение на който стават видими предмети, намиращи отвъд хоризонта. Пречупването на лъчите в ледени кристали позволява да се види Слънцето на небето, заедно с други две около него. А в космоса леща може да бъде тежък обект между източника на излъчване и наблюдателя. Благодарение на гравитационната си сила, такъв обект привлича светлинните лъчи и играе ролята на събирателна леща, а за наблюдателя – лъжлива картина, която се фокусира от нашите телескопи.

Така астрономите не се съмняват, че Вселената в действителност е значително „по-тежка“, отколкото следва от наблюденията. По пресмятания, извършени въз основа на данни за наблюдаваната материя, тази невидима маса съставлява повече от 90% от цялата маса на Вселената [3]. Извършени бяха пресмятания, в това число и на основата на данни по гравитационно фокусиране, които позволяват да се състави карта на разпределението на плътността на скритата маса в различни участъци на Вселената. Съществува такава карта и за нашата Галактика. На приноса на звездите и планетите, които наблюдаваме, се пада по-малко от 10% от масата на Вселената. Възниква въпросът: от какво е направено всичко това невидимо?

От една страна, това могат да бъдат компактни обекти, по различни причини недостъпни за наблюдение с приборите, с които разполагаме. Черните дупки, от чието влияние не може да се измъкне никакво излъчване, или слабите кафяви джуджета, чието излъчване е просто неуловимо поради недостатъчната чувствителност на съвремен-

ните телескопи, както и неутронните звезди или тъмните планети на Юпитер – казано накратко, макроскопичните натрупвания от барионно вещество. От друга страна, поне част от тъмната материя може да се състои от небарионно вещество – различни елементарни частици, като неутрино, фотино, аксиони, и даже „странни частици“ [4]. Могат да съществуват и различни слабо взаимодействащи масивни частици – т.нар. вимпси (от WIMPs – Weakly Interactive Massive Particles). Да се провери това, вероятно, ще стане възможно в недалечно бъдеще – във всеки случай, детектори за наблюдение на такива частици вече съществуват.

Но отговор на поставения въпрос засега все още няма. Затова пък съществуват множество хипотези, сред които и предположението, че част от тъмната материя е огледална. Разбира се, огледалната материя представлява прекрасен вариант за обяснение на природата на тъмната материя: тя не може по принцип да бъде видяна, но за сметка на това можем да усетим нейната тежест – обмяната на гравитони между двата вида материя е възможен.

3. Как да се проникне в огледалния свят, кой ще ни посрещне там?

Има ли вероятност да се открие огледалната материя?

Разбира се, ако тя съществува. А ако пък я няма, значи няма да я открият...

Лев Окун

Този път може да се окаже неверен, но все пак трябва да го преминем

Алберт Айнщайн

Къде се намират обектите от огледална материя, а и могат ли въобще те да съществуват?

В статия от 1983 г. Л. Окун дава положителен отговор на втория въпрос: ако огледалната материя съществува, то тя може да образува атоми, молекули и, при благоприятни космологични условия, и звезди, планети и даже „огледален живот“. Но да се търси тя в близката околност, в пределите на Слънчевата система, не си струва. Създавайки още през 1979 г. първата космогония за огледалната материя, Лев Окун, Сергей Блинников и Максим Хлопов убедително доказаха, че вътре в Земята тя практически отсъства, а в Слънцето, ако я има – е не повече от една милионна от неговата маса.

Това е разбираемо. Материята, от която е направена Земята, съществува като единно цяло благодарение на атомите и молекулите, тоест, благодарение на електромагнитните сили – те са които присъединяват частиците една към друга. А при огледалните частици по отношение на нашите частици такива сили няма. В такъв смисъл те са абсолютно стерилни, невзаимодействащи.

Може ли да се допусне, че две абсолютно еднакви Земи са се образували едновременно в една точка на пространството? „Не, твърди С.И.Блинников – пресмятания и анализ на химичния състав на Слънцето, Земята, Луната и метеоритите показва, че

нашата Слънчева система се е образувала под въздействието на недалечна свръхнова звезда. От този взрив в междузвездния газ преминава могъща ударна вълна, газът се свива, изстива и така се създава нашата Слънчева система.

А междузвездният газ от огледално вещество няма да почувства ударната вълна от взрива на свръхновата. Той няма да започне да се свива в пращинки, ледни късове и метеорити – необходимия строителен материал за бъдещите огледални планети. За това е необходим взрив на своя огледална свръхнова – а това би могло да се засече по деформацията на гравитационните вълни, от която щеше да се измени траекторията на нашата Земя”.

Какво е количеството огледална материя във Вселената – това е напълно умозрителен въпрос. Даже за обикновената наблюдаема материя мненията на астрофизиците се разминават – между пет и десет процента. Ясно е едно – пълно равенство на масите от огледална и обикновена материя не може и да се очаква. Ако симетрията между нашия и „огледалния” свят е абсолютна и разпределението между барионното и антибарионното вещество в огледалния свят е същото както в нашия, то количеството огледална материя в него е същото – от пет до десет процента. Но може да бъде и повече: в макроскопични мащаби строгата симетрия не е задължителна – в края на краищата и в нашия свят между материята и антиматерията няма точно равенство: в нашата Галактика, например, частта антиматерия съставлява всичко на всичко 10^{-10} от частта обикновено вещество. И това е много добре, защото инак те биха анихилирали и нищо не би останало!

И все пак – как да се намери огледалната материя или да се докаже, че тя съществува? Нещо повече, как да се покаже, че невидимата, но гравитираща материя е именно огледална, а не някоя друга от общия списък на кандидати, претендиращи да играят ролята на скрита маса?

Това може да се направи, например, по ефекта на гравитационно микрофокусиране, когато светлина от далечна звезда се пречупва от „празно място”; или по гравитационно смущение, ако някакъв масивен обект от огледално вещество, например комета или метеорит, прелети недалеч от Земята и, грубо казано, стрелката на гравиметъра трепне без видима причина. „Ако ние разберем, че се проявява гравитация, съответстваща на компактна звездна маса, която не може да се обясни от никакви видими звездни маси, може смело да се твърди, че е забелязана невидима звезда, че почти е открит огледалният свят или частици, които са много близки до тях – твърди Сергей Блинников. Но тогава ще трябва да се доказва, че това е огледално тяло. Засега няма надежден начин за това. Освен по метода на изключването”.

С други думи, ще трябва да се доказва, че това тяло се състои не от ...– и по нататък по списъка на обектите – ненаблюдаеми, но гравитиращи обекти. Но вероятно този списък съвсем не е пълен и предстои да бъде запълван от физици и астрофизици. За щастие, ще се налага да се проверява не целият списък, понеже частиците, неспособни силно да взаимодействат помежду си и следователно да

образуват компактни обекти, може смело да се изключат от списъка, претендиращи да образуват огледалната материя.

Разбира се, остава и някаква надежда огледалните частици да се открият експериментално. Много частици, в частност неутрино, имат способността да се превръщат от един в друг сорт – при процеса на осцилации. Ако се окаже, че например, някакъв сорт неутрино при определени условия се превръща в някакво неизвестно до сега неутрино, а то от своя страна – в огледално неутрино и обратно, такова превръщане може да бъде констатирано. И това ще стане пряко доказателство за съществуването на огледално неутрино. Впрочем, забележителните физици Яков Борисович Зелдович и Максим Юриевич Хлопов не изключват възможността масата на неутрино да възниква точно поради преходи между нашите леви неутрина и огледалните, десни, и неутрино да се окаже мост между нашия и огледалния свят. И щом съществува един вид огледални частици, значи не е изключено и съществуването на останалите видове и всичко останало – и огледални звезди, и огледални хора.

Впрочем, напълно вероятно е търсенето на извънземни цивилизации до сега да не е дало никакъв резултат, точно защото те съществуват в огледалния свят, смята академик Николай Семьонович Кардашев. „Възможен ли е обмен на информация между нашия и огледалния свят?” – пита той. И отговорът е положителен: „Ако взаимодействието е само гравитационно, то обменът на информация може да се осъществи с помощта на изменение на големината на тежестта. Най-простият обмен на информация е възможен при въздействието на гравитиращите огледални маси върху нашите гравиметри и обратно”.

Разбира се, всичко това сега изглежда като съвършена фантазия. Но знае ли човек: та нали теоретичната физика е надеждната основа за практически приложения. Неслучайно най-големите автомобилни корпорации поддържат изследвания в областта на теоретичната физика.

Косвено доказателство за съществуването на огледални частици учените се опитват да намерят и днес. На реактора в Гренобъл група под ръководството на доктора на физическите науки Анатолий Павлович Серебров от Петербургския институт по ядрена физика на РАН провежда опити с ултрастудени неутрони, които се движат със скорости от порядъка на 5м/сек. Те се надяват да установят преход на обикновени неутрони в огледални. Същността на експеримента е в това, че пускат определен брой неутрони в капан, от чиито стени ултрастудените неутрони се отразяват идеално. Теорията предсказва, че обикновените неутрони могат да преминат в огледални, и въпреки че скоростта на такъв преход е неизвестна, доказано е, че в магнитно поле, тя е значително по-малка. Ако преходът се извърши, появилият се огледален неутрон трябва да изскочи от капана, без да забележи стените, обикновените неутрони ще станат по-малко, което може да бъде регистрирано от експериментаторите. Следователно може да се очаква, че ако в хода на експеримента броят на неутроните намалява, а наложеното магнитно поле потиска „изчезването” на неутроните, това ще бъде съществен аргумент в полза на съществуването на огледални частици.

Бележки

[1] – вж. Б. Горобец „Грешките на Ландау”, „Светът на физиката”, кн.3,2008.

[2] – вж. Д. Динев „В търсене на идеалната леща” „Светът на физиката”, кн.1, 2008.

[3] – Споменава се и цифрата 95%, което позволява на Проф. В.Мелников да иронизира: „След като изведнъж се изясни, че 95% от Вселената се състои от неизвестно какво, възникна широк простор за търсене на нови теории за същността на това „неизвестно какво”, понякога много смели...”

[4] – Ето ви хубаво название! А неотдавна физиците разглеждаха възможността за съществуването на частици, които бяха нарекли „шизони” (от шизофрения), но Слава Богу, оказа се, че те не съществуват...

„Зеркальная материя”, Наука и жизнь”, № 12, 2007

ПОСЕТЕТЕ УЕБ-СТРАНИЦАТА НА
СЪЮЗА НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
НА АДРЕС:
<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>

ОТНОСНО ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ТРЕТА РЕВОЛЮЦИЯ В АСТРОНОМИЯТА

Ю. Александров, Я. Тарароев

Изминалото XX столетие с пълно право може да бъде наречено век на революциите. От целият ред такива, засегнали най-различни аспекти на човешкото битие, по своята значимост могат да се отделят социалните процеси, довели до възникване на общества, основаващи се на нови принципи, както и “взривните” процеси на развитие на научното знание, неговото качествено задълбочаване и разширение. При това сам XX век в буквалния смисъл започва с революционно преобразуване на нашите представи както за физичния свят, така и за методологичните основи на неговото изследване. Последната година на XIX век влиза в историята на науката като годината в която М. Планк предлага квантовата хипотеза, а Д. Хилберт формулира знаменитата програма за развитие и обосноваване на математиката. Разбира се, в продължение на XX столетие научни революции са ставали не веднаж и в други дисциплини, но преди всичко са природонаучните [1]. От цялата тази съвкупност най-голям светогледен потенциал (с изключение, може би, на физиката) притежава астрономията и от тази гледна точка представлява интерес не само да се изследва революцията в астрономията като цяло [2] на основата на съществуващия материал да се обсъди възможността за поредната революция в астрономията през новото XXI столетие. На това е посветена и настоящата работа.

Като отправна точка ще вземем статията на известния съветски астрофизик Й. С. Шкловски, написана преди почти три десетилетия и посветена на своеобразни изводи от развитието на астрономията през последният четвъртина на XX век [3]. Тръгвайки от предложените от Шкловски критерии за научна революция, ще се постареем да отговорим на въпроса: следва ли да се очаква в астрономията нова революция през XXI век? Стъпвайки на предложените от Шкловски критерии за научна революция ще се постареем да отговорим на въпроса: трябва ли да очакваме в астрономията нова революция през XXI-я век?

Анализът на труда на Шкловски води до извода, че като критерии за революционни изменения в астрономията той разглежда следните условия:

1. Методология и методи на изследване.



Йосиф С. Шкловски

2. Нови обекти на изследване.

3. На тяхна основа формиране на определена нова астрономична парадигма.

Да разгледаме тези фактори по-подробно. В развитието на астрономията от XVI до XX вв. е прието да се отделят (както и прави Шкловски) две революции: в началото на новото време и през XX в. Приложени за тях, критериите за „революционност“ изглеждат по следния начин.

1. Методологията и методите на изследване в астрономията в епохата на Новото време са били съществено изменени. Преди всичко това се отнася за инструменталната база. Най-голямото постижение за цялата история на астрономията в тази насока беше използваният през 1610 г. от Галилей телескоп за изследване на нощното небе. С това започва телескопната астрономия. В рамките на първата научна революция използването на телескопа не само по съществен начин изменя традицията на дотогавашните астрономични изследвания (астрономични и кинематични задачи), но поставя основите на цял ред принципно нови направления и проблеми. Като такива примери могат да се посочат разделянето на астрономията на планетарна и звездна, а по-късно и на извънгактична, възникналият през XIX в. спектрален анализ и неговото използване в астрономията, определянето на разстоянията във Вселената, свързано с паралакса на звездите, и много други.

2. Възникването на новите направления са тясно свързани с появяването в астрономията на нови обекти за изследване. Като най-значими примери могат да се посочат следните. Галактиките, като единни цялостни системи; планетите не като „блуждаещи звезди“, движещи се по небето съгласно някакви закони, а като принципно нови физични обекти, не излъчващи, а отразяващи светлината; кометите и астероидите като обекти със своя собствена физична природа; газо- и праховидните мъглявини и облаци и някои други. В този смисъл астрономичната научна картина на света беше разширена съществено и качествено обогатена, което безусловно представлява един от най-важните резултати на тази революция в астрономията.

3. Тези два факта позволиха да се оформи определена астрономична парадигма, която условно може да се нарече „субстанционална и неизменна във времето картина на Вселената“. Според тази парадигма, астрономията дава определен „времеви срез“ на Вселената, но този срез е инвариантен както относно времевата скала, така и относно всяка пространствена оправна система. Това положение се изразява още и в абсолютния космологичен принцип, според който Вселената е еднородна не само в пространството, но и във времето. Задължителен атрибут на такава картина на света е представата за избрана система на отчет – абсолютното пространство и абсолютното време. Всякаква динамика (както и изменението въобще) има не „глобален“, а „локален“ характер. Концепцията за абсолютно пространство и време се нарича още субстанционална. Терминът „субстанция“ е въведен още от Аристотел и означава автономно, независимо от нещо друго съществуване, съществуване „само по себе си“. В астрономичната парадигма съществуват независимо (в дадения случай от материята) не само пространството и времето. Самите астрономични обекти в тази концепция се

разглеждат като автономни, не нуждаещи се, освен от пространство и време, от нищо друго за своето съществуване. Впрочем, подобна концепция е характерна не само за астрономията, но и за цялата наука през този период.

Като още един относително самостоятелен, но свързан с парадигмата, критерий за революционните изменения в астрономията може да се отдели и критерият за „дисциплинарност“.

4. Според този критерий на определена парадигма, която е била формирана в резултат на революционни изменения, съответства някаква „класическа“ дисциплина [4]. Терминът „класическа“ тук има същия смисъл, както и в израза, например, „Класическа немска философия“, т. е. образцова, свършена, завършена. Такава дисциплина за дадената парадигма става небесната механика, която напълно може да се счита за образец на логическо изложение, системност и завършеност в своите основи. Като такава тя е могла да играе самостоятелна роля само благодарение на развитието на теоретичната механика, и в този смисъл в критерия за дисциплинарност е необходимо да се включат още ред съседни дисциплини, определящи развитието на „класическата“ дисциплина. По такъв начин, измененията, протекли в астрономията през XVI – XVII вв. можем да наречем революционни.

Сега да преминем към разглеждане на факторите на втората революция в астрономията в средата на XX в.

1. Методологията и методите на изследване в астрономията бяха съществено разширени и допълнени. Основният пробив в методите на изследване беше прехода към изследване на всички вълнови дължини, съответстващ на тези възможности на приемниците на излъчване. От средата на XX в. астрономите изследват Вселената не само в оптичния, но и във всички останали диапазони на електромагнитния спектър: гама, рентгенови, инфрачервени, радио. Това беше обусловено, от една страна, от пробива в теоретичната физика и астрофизика, а от друга – от развитието на приложната физика и свързаните с нея построяване на телескопи и създаване на прибори – приемници за всички тези видове излъчвания.

Началото на космическата ера за пръв път в историята на човечеството позволи използването в астрономията не само на наблюдението, но и експеримента. Това се отнася преди всичко за планетарната астрономия, особено след като астрономичните космически апарати успяха да се спуснат на повърхността на планетите или да провеждат изследвания от около планетни орбити. Обаче с това методологичната новост на втората революция в астрономията не се изчерпва. Освен изследването на целия спектър на електромагнитното лъчение, се появиха и нови носители на информация. Така например, като относително самостоятелен раздел на астрономията може да се разглежда неутринната астрономия. Не по-малки и значими изменения настъпиха и в традиционната оптична астрономия. Приблизително от второто десетилетие на XX в., когато започна усъвършенстването на технологиите за построяване на телескопи, довели до създаването на телескопи с диаметър на огледалото от и над 2,5 м, съществено развитие получи и още едно направление в оптичната астрономия – извън галак-

тическата астрономия. И, разбира се, картината не би била пълна, ако не се спомене и същественият принос в новите методични възможности, развитието на техниката на обработка на информация.

2. Резултат на измененията в астрономията, както и при първата революция, са откриването на нови обекти за изследвания. Най-съществените от тях са свързани с обекти в космоса в диапазона на радиовълните: обвивките на взривени звезди, пулсари, центъра на Галактиката, активни ядра на галактики, квазари, реликтовото (микровълново) излъчване [5]. Някои от тях, като например, микровълновото (реликтовото) излъчване „се вижда” само в радиодиапазона, другите се наблюдават в целия електромагнитен спектър. Освен тези обекти, всевълновите изследвания откриха и нови обекти, проявяващи се само в някакъв един – единствен диапазон на електромагнитния спектър, като например, излъчващи гама-лъчи или рентгенови лъчи. Освен това, бяха открити и принципно нови източници на излъчване с нетоплинен произход.

Излизането в оптичния диапазон извън пределите на Галактиката откри пред астрономите нов свят от галактики, изучаването на тяхната морфология, а след това и на параметрите на тяхната еволюция. Най-важното постижение на наблюдателната астрономия бе получаването на наблюдателен материал, позволяващ построяването в първо приближение на цялостната картина на раждане и еволюция на звездите, започвайки от газо-прашинковите комплекси, в които те се формират, както и картината на еволюцията на различни класове звезди, представени на диаграмата на Херцшпрунг-Ръсел. Стана възможно да се наблюдават (пряко или косвено) звездни „остатъци”: „бели джуджета”, неутронни звезди, черни дупки. Сами по себе си, те също представляват в някои случаи нови за астрономите обекти [6]. Тяхната съвкупност, осмислена от теоретичната астрофизика, позволи да се построят основите на цялостна и непротиворечива теория за еволюция на звездите.

3. Развитието на астрофизиката и космологията в хода на втората еволюция в астрономията позволява да се формулира нова астрономична парадигма, която с пълно право може да се нарече „еволюционна”. Астрономията формулира теория за еволюцията на най-разпространените обекти в съвременната Вселена – звездите – и с пълно право може вече да се нарича дисциплина, която не само изследва и класифицира морфологичните типове на своите обекти, но и изучава тяхното образуване и еволюция. Тази дисциплина (като резултат на втората еволюция в астрономията) би могла да се нарече и нестационарна релятивистична космология, която формулира теория за еволюция на Вселената като цяло. За тази теория наблюдателната космология представя емпиричните доказателства като „разбъгването” на отдалечените извън галактически обекти (закона на Хъбъл), откриването на реликтовото излъчване, изотропията на наблюдаваната част на Вселената и обяснението на относителното съдържание на химическите елементи във Вселената. Впрочем, представите за еволюцията в астрономията, възникнали в резултат на втората революция, се отнасят не само за звездите и Вселената, но в една или друга степен се отнасят до всички обекти на астрономичните изследвания: планети, малки тела, мъглявини, галактики и т.н.

Ако пак ще говорим за Вселената, то предпоставките за еволюционните представи за нея се появяват за пръв път през 1916 г. благодарение на преразглеждането на субстанционалната концепция за пространството и времето, осъществено от А. Айнщайн, и на прехода към релятивистката концепция [7] за пространство и време. Според тази концепция локалните свойства на единното четиримерно пространство-време, свързани с някой локални отправни системи (глобална, универсална система на отчет, отъждествявана в класическата механика с абсолютното пространство и време, в тази система няма), се определят от разпределението и движението в нея на различни физически форми на материята. С други думи, разпределението и движението на материята определя геометрията на пространство – времето. Подобна роля на връзките е много важна от гледна точка на формирането на новата научна парадигма въобще и в астрономията в частност. Представата за значимостта на връзките се потвърди не само в теорията на пространство-времето (първите емпирични потвърждения бяха получени при астрономичните наблюдения през 1919 г.), но и като цяло в астрономичната картина на света, в която протичаше превключване на вниманието непосредствено от обектите „сами по себе си” на системите и връзките, които те образуват, на развитието на системния подход и системните методи. Всичко това позволи да се нарече астрономичната парадигма, формулирана в резултат на втората революция „еволюционно-реляционна”, или просто „реляционна”, понеже самата еволюция предполага наличие на времеви връзки.

Подобно положение на нещата може да се разглежда като изчерпване на субстанционалната онтологическа парадигма на Аристотел и преход към нова постаристотеловска парадигма, в основата на която лежи схващането, че абсолютно независими неща и явления не съществуват и връзките могат да притежават онтологическа зависимост. Обаче термина „изчерпва” не означава пълен отказ от онтологическите възгледи на Аристотел. Там, където това е уместно и ефективно и от практическа, и от познавателна гледна точка, представата за субстанционалните единични неща може и трябва да бъде положена в основата на нашето практическо взаимодействие с обкръжаващият ни свят. Но там, където става дума за задълбочаване на нашите знания за фундаменталните свойства на света, описване на неговата съществени характеристики, понятието за взаимна връзка на неговите съставляващи има също принципно значение. Така, получената в резултат на втората революция в астрономията научна картина на света съвместява две парадигми, и в този смисъл тя може да се разглежда като преходна. В концептуалните възгледи за пространството и времето на преден план излизаха представите за връзки, а самото пространство-време се разглеждаше като определен тип отношения. Освен това, представата за системността на материалните обекти, отношенията между които и определяха свойствата на пространство-времето, заемаха все по-значимо място в изследванията. Обаче, самите крайни, гранични елементи на материята, по същество, все още са напълно представими в духа на субстанциите на Аристотел като отделни, независими от какво и да е елементи. Както пише Шкловски: „Ние твърдим, че достигнатото понастоящем от физиката ниво на познание за

структурата на материята е напълно достатъчно за обяснение на, ако не на всички, то почти на всички явления във Вселената (освен сингулярността). Тези явления протичат или на ниво на взаимодействие на атоми, молекули и кванти на излъчването, (мъглявини, галактики), или на ниво на ядрени взаимодействия (звездните ядра, взривяващи се звезди, процеси в активните ядра на галактиките)... Очакваната област на незнание във физиката се намира в субядрената област; там започва царството на кварките, глюоните, чармоните и пр. Без съмнение, изследванията в тази област ще доведат до качествено нов етап в познанието на материята. Но те (с изключение все пак на проблема за сингулярността на Вселената и някои аспекти на проблема с взривяването на звездите и активността на галактичните ядра) не могат да изменят коренно лицето на астрономията” [8]

Този цитат нагледно илюстрира, че основната физическа концепция за описване на света и съответно, описване на света, изследван от астрономията, е концепцията за частиците, според които „първична даденост” представлява морфологичният „набор” от елементарни частици на веществото и полетата, от които се „конструира” цялата физическа реалност. Всеки тип елементарни частици представлява своеобразна субстанция в смисъл, че нейното съществуване не зависи от другите типове частици, и техните характеристики са някакви „независими параметри”. Тази концепция, както се вижда от цитата, лежи в основата на астрономичната картина за света, формирана в резултат на втората научна революция в астрономията.

4. Разглеждайки критерия за дисциплинариност, от гледна точка на втората революция в космологията може да се направи изводът, че за статуса на „класическа” дисциплина с пълно право могат да претендират две: астрофизиката и обобщаващата нейните резултати космология. Именно в тези две дисциплини бяха получени най-значимите резултати в хода на втората революция в астрономията. Признанието на постиженията в тези две астрономични направления може да се оцени и формално, разглеждайки присъдените Нобелови награди в „областта на физиката: 1936 – В. Ф. Хес (Австрия) – „За откриването на космичните лъчи”; 1970 – Х. О. Алфен (Швеция) – „За фундаменталните му приноси и открития в магнитохидродинамиката”, и Х. А. Бете (САЩ) – „За открития, свързани с проблема за енергоотделянето в звездите”; 1974 – М. Райл (Англия) – „За пионерските изследвания в радиоастрофизиката”, А. Хиюш (Англия) – „За определящата му роля при откриване на пулсарите”; 1978 – А. А. Пензиас и К. В. Уилсън (САЩ) – „За откриването на микровълновото фонов излъчване”; 1983 – С. Чандрасекар (САЩ) – „За физическите изследвания на структурата и еволюцията на звездите” и В. А. Фаулер – „За теоретичните и експериментални изследвания на ядрените реакции, отговарящи за формирането на химическите елементи във Вселената”; 1993 – Р. А. Халс и Дж. Тейлър (САЩ) – „За откриване на нов тип пулсари, дало възможност за изследване на гравитацията”; 2002 – Р. Дейвис (САЩ) и М. Кошиба (Япония) – „За забележителните разработки за откриване на космическото неутрино” и Р. Джиакони (САЩ) – „За работите му, довели до откриването на космическите източници на рентгеново лъчение”; 2006 – Джордж Ф. Смут

и Джон С. Мадър (САЩ) – „За откриването на чернотелния спектър и анизотропията на микровълновото фонов излъчване”.

През този период, съответно, най-развиващите съседни с астрономията дисциплини представляват, на първо място атомната физика, физиката на ядрото и елементарните частици, както и радиофизиката.

Така, ако се излага накратко и систематично, са били критериите и резултатите от първите две революции в астрономията. Тръгвайки от тях, може да се опитаме да моделираме, макар и в общи черти, основните признаци и самата възможност за трета революция в астрономията. От една страна тя трябва да запълни „вакантното гнездо”, оставено от предишните две революции, а от друга, безусловно, качествено да разшири нашите представи за Вселената и нейните отделни съставляващи. На тази основа можем да формулираме критериите за третата научна революция в астрономията.

1. *Методи и методология.* Методите и методологията, като вече беше казано, са тясно „преплетени” с откриването на нови обекти за изследване, въпреки че като особеност на третата революция, вероятно, следва да се очаква, че новите обекти в по-голямата си част ще бъдат открити с помощта на същественото усъвършенстване на традиционните съвременни астрономични методи за изследване. Това се отнася преди всичко за наблюдения в оптичния и радиодиапазон. Перспективите за развитие на тези технологии за наблюдение са свързани с няколко направления. На първо място – увеличаване на размерите на самите прибори. В оптичния диапазон, например, още сега действат телескопи с диаметър на огледалото от 10 м, обаче съществуват проекти, в които диаметърът на огледалото достига до 100 м. Разбира се, това няма да бъде монолитно огледало, а съставено от множество елементи огледала. Негативен фактор при експлоатацията на такива телескопи на повърхността на Земята е влиянието на атмосферата. Обаче, техниката на обработка на информацията е усъвършенствана дотолкова, че още сега с помощта на такава техника (адаптивна оптика) влиянието на този негативен ефект може значително да се намали [9]

Следващото направление е изнасянето на приборите в космичното пространство. За късовълновия и инфрачервен диапазон на спектъра на електромагнитното излъчване това дава възможност въобще да се провеждат наблюдения, а в оптичния – значително да се повиши ефективността. В радиоастрономията се появява възможност да се построи система от радиотелескопи, работещи като интерферометър със свръх дълга база, по-голяма от диаметъра на Земята. При това тази база би могла да има разстояния вече от астрономични мащаби, например от Земята до Луната, или даже до Марс, което съществено ще повиши разделителната способност на наблюдението.

Освен това, по-нататъшното развитие на методите и методологията на астрономичните изследвания в хода на възможната трета революция в астрономията може да бъде свързано с по-нататъшното разширение на природата на изучаваното излъчване. Както беше казано, по време на втората революция в астрономията беше „усвоен” целия спектър на електромагнитното поле. Обаче, освен него, поне засега, са известни още три вида полета – гравитационно, силно и слабо. Двете последни са близкодейст-

ващи (на мащаби от порядъка на 10^{-10} см), докато гравитацията е далекодействащо взаимодействие, проявяващо се на астрономични и космични мащаби. Практическото изследване на гравитационното взаимодействие във вида на емпирично наблюдение на гравитационни вълни представлява комплексен проблем на границата на астрономията и физиката, обаче при усъвършенстване на технологията на фиксация на гравитационните вълни в перспектива то може да стане съставна част от астрономията, както например, относително неотдавна стана радиоастрономията. Усилия да се установят гравитационни вълни се предприемат вече не едно десетилетие, но засега без успех. Може да се предположи, че тяхното наблюдение по съществен начин ще разшири нашите астрономични представи.

Още едно направление в развитието на астрономията може за възникне във връзка с най-новите открития като “тъмната енергия” или развитието на съвременната физика, преди всичко с теорията на струните. И двете се изследват според възможностите на традиционните методи, наложили се след втората революция в астрономията, обаче може да се случи така, че по-нататъшното развитие на тези направления да доведе до появяването на нови методи, за които днес не можем и да се досетим. Обаче, че това вече е станало предмет на изследвания, можем да го твърдим с пълно право.

Перспективите за развитието на новите методи в астрономията, поне в настоящият момент, при съществуващите в голяма част на високоразвитите страни социално-икономически отношения имат още едно “измерение” – общественото. Подобни изследвания изискват големи финансови разходи, които в значителна степен превишават финансовите разходи, направени по времето на втората революция в астрономията. Проблемът се свежда до това: готово ли е обществото и преди всичко неговият политически и икономически елит да отдели средства за такива изследвания, или пък обществото и елита ще предпочетат да харчат средства за военни нужди, предмети на разкоша за висшите кръгове или безсмислени зрелища за масите.

По такъв начин, днес развитието на посочените методи и методологии зависи от решаването на тези въпроси, не по малко от чисто научните аспекти.

2. *Нови обекти на изследвания.* Разглеждайки въпроса за новите обекти на изследвания, трябва да се каже нещо за т. нар. “тъмна енергия”. Терминът “тъмна енергия” е дословен превод на английския dark energy, където той за пръв път се появява. “Тъмен”, защото даденото явление не се наблюдава не само в оптичния, но и в никакъв друг диапазон на електромагнитния спектър и за него може да се съди само по ускореното отдалечаване от нас на далечните космологични обекти; “енергия” подчертава, че това не е енергия на веществото, а енергия на някаква друга форма на материята (В английския език този израз до някаква степен е принудителен, понеже в него понятията “материя” и “вещество” се изразяват с една и съща дума substance). Тъмната енергия беше открита с традиционната за астрономията методи при оптично наблюдение на отдалечаването на свръхнова от типа Ia (1998) и при радионаблюдение на анизотропията на микровълновото (реликтовото) радиоизлъчване. Обаче и до днес, 10 години след нейното откриване, природата и остава неизвестна. Първоначално се предполагаше,

че е възможно тя да бъде отъждествена с физическия вакуум, впоследствие обаче се изясни, че тъмната енергия може да представлява многокомпонентен физически феномен, в който освен известните форми на материята (физически вакуум, квинтесценция), може да влиза и неизвестна за сега за нас, която беше наречена “фантомна енергия” [10]. Определянето на всички компоненти на тъмната енергия представлява астрономична задача, която може да бъде решена единствено с астрономични методи. Заедно с това определянето на *природата* на тъмната енергия (в случай, че тя не може да бъде сведена към известните форми и видове материи) се превръща в комплексна задача, която може да бъде решена съвместно, преди всичко от физици-теоретици и астрономи-наблюдатели [11]. Понастоящем е трудно да се прогнозира, колко скоро ще бъде решена тази задача – за години или за десетилетия. Обаче нейното еднозначно решение безусловно ще бъде скок в развитието на нашите познания за Вселената, и нейното решение може да се разглежда като един от критериите за третата революция в астрономията.

Още един нов обект на астрономията, но, за разлика от “тъмната енергия”, той ни е добре познат: установяването на нови планети и планетни системи при други звезди (екзопланети). Редица специалисти разглеждат това направление като най-перспективно сред онези, които могат в близко бъдеще съществено да разширят нашите представи за света [12]. Сега са известни около 200 планети извън границите на Слънчевата система. Наистина, всички те не приличат на планетите от земната група, а представляват планети-гиганти. Обаче откриването на екзопланети става с много бързи темпове даже за съвременните технологии и може с увереност да се твърди, че планети от земния тип скоро ще бъдат наблюдавани¹. А това ще изведе окончателно поставения още от Джордано Бруно проблем за съществуването на живот, и главното – извънземен разум от плоскостта на умствени спекулации в практическата плоскост, т.е. в плоскостта на изследвания и нейното решение с астрономични методи, преди всичко радиоастрономични. Впрочем, опити за практическо решаване на проблема за търсене (и връзка) с извънземни цивилизации са били предприемани още в рамките на втората астрономична революция. Бяха разработени и осъществени специални програми за търсене (Search of Extraterrestrial Intelligence – SETI) и връзки (Communication of Extraterrestrial Intelligence – CETI) с извънземни цивилизации. За съжаление, те не дадоха никакви положителни резултати и бяха прекратени през 1994 г. (сега тези програми продължават своята работа не за сметка на държавно финансиране, а с поддръжката на частни спонсори). Откриването на планети, подобни на Земята, безусловно ще предизвика интереса на обществото и правителствата към тях, а оптимизацията и систематизацията на такива изследвания ще ги изведе на качествен нов етап на тяхното развитие. Засега обаче, в границите на нашата Слънчева система единственият нов открит обект е външният пояс астероиди – пояс на Куйпер.

Като критерии за революционни изменения в астрономията могат да се посочат

¹ Това вече факт, виж [18], бел. ред.

и обекти, свързани с физиката на елементарните частици. Като основен обект в този смисъл може да се разглежда решението на проблема с “тъмното вещество” – веществените форми на материята, проявяващи се чрез гравитационното взаимодействие, но по никакъв друг начин. Понастоящем основна работна хипотеза относно природата на “тъмното вещество” е предположението, че то представлява съвкупност от хипотетични частици (аксиони, неутрино и т.н.) [13]. Откриването на тези или подобни частици, чието съществуване следва от “Стандартния модел” на физиката на частиците, или установяването на други обекти, свързани с тъмното вещество, съществено ще разшири нашата представа за Вселената.

3. *Новата парадигма в астрономията.* Възникването на новата, четвърта парадигма в астрономията, вероятно ще бъде тясно свързано, както в случая с първата и втора революция, с възникването и развитието на нова парадигма във физиката. Понастоящем такава възможна физическа парадигма се свързва с теорията на струните. За разлика от предишните революции, формирането на тази парадигма е свързано не само с трансформацията на представите за пространството и времето, но и с коренното преразглеждане на представите за фундаменталните основи на материята. Нека напомним, че преди първата революция и във физиката, и в астрономията, още в антична Гърция се е използвало не понятието “пространство” (*χωρος*), а понятието “място” (*τοπος*). Това е било обусловено от отсъствието в аристотеловата физика (най-висшето концептуално постижение на физическата мисъл в античността) на закона за инерцията (първия закон на Нютон) и, като следствие, отсъствието на представата за неограничеността на праволинейното равномерно движение. Сега, съгласно теорията на струните точковидните елементарни частици (кварки, лептони, фотони и пр.) не са крайната граница на структурирането на материята, т.е. не са елементарни в пълния смисъл на думата. Съответно техните физически параметри (маса, електричен товар, лептонен или барионен заряд, спин и пр.) представляват не “свободни параметри”. Самите частици представляват някакви структури (суперструни), намиращи се в състояние на автотрептене. Следователно, физичните параметри на частиците според тази теория се определят от модите на трептения и зависят от амплитудата и честотата на тези трептения. В ранните теории на струните като трептящи обекти се разглеждаха едномерни (затворени или незатворени) струни, в по-късните – многомерни обекти (получили названието “брана” със съответстваща размерност) с 10 или 11 пространствена размерност и времева – 2 или 1. Стремителното развитие на теорията на струните изясни, че самата теория може да бъде представена в пет варианта, обаче през 1995 г. стана ясно, че те могат да бъдат обединени в една. Тази обединена теория получи името М-теория [14].

М-теорията е интересна сама по себе си, така и със своите приложения, преди всичко в астрономията и на първо място, в космологията. Съществува перспектива с нейна помощ да бъдат решени редица фундаментални проблеми, например, проблемът за сингулярността и проблема за инфлацията [15]. Вярно е и обратното – астрономията може да стане онази дисциплина, където теорията на струните за

първ път (даже и косвено) да получи емпирично потвърждение [16]. Разбира се, това не изключва работата в парадигмата на “точковидните частици”. Понастоящем голямата част от работите, свързани с космологията, са правят именно в нея, обаче използването на теорията на струните в космологията може вече да се разглежда като тенденция. Нещо подобно, макар в значително по-малки мащаби, се наблюдава и в астрофизиката. Като пример може да бъде посочена работите на П. М. Фомин, решаващ проблема с “джетовете” (изхвърляне на вещество във вид на струи от активни ядра на галактики и квазари) не с помощта на “концепцията на точкови частици”, а с помощта на теорията на струните [17].

Възможно е по-широко използване на теорията на струните като базисна физическа концепция в астрономията, която напълно се вмести в логиката на смяна на парадигмата в резултат на научна революция. В резултат на първата революция се формира и утвърждава представата за субстанционалния характер на пространството, времето и материята. Резултат на втората революция е утвърждаването на взаимовръзката на пространството и времето (релационната концепция) и системният подход за описване на астрономичните явления. Обаче основа на всяка материална система както и преди си остават “субстанционалните” елементи (частици), чиито свойства са “независими свободни параметри”. Теорията на струните продължава тази тенденция, отказвайки се от субстанционалността на частиците, разглеждайки ги като самовзаимодействащи елементи, осъществяващи това взаимодействие чрез движение (трептения). (Представата за самовзаимодействие произтича от представата за автотрептения на струните, носещи “отговорността” за физическите параметри на частиците. По определение, автотрептения са онези, които стават без външно взаимодействие, следователно, единствена причина за тях може да бъдат самовзаимодействието). По такъв начин, според теорията на струните на въпроса “какво съществува?” можем да отговорим, че съществуват не елементарни частици като “субстанционална даденост” със своите независими свойства, а струна, чието движения “генерира” тези свойства.

4. *Дисциплинарната формализация.* Засега нямаме възможност да обсъждаме формализацията на определена дисциплина като “класическа” за бъдещето на астрономията. Най-вероятно, такава дисциплина ще представлява органично единство на познанията за света в неговите най-големи (мегасвят) и най-малки мащаби – света на елементарните частици и тяхното представяне като брани. Работното название може да бъде космомикрoфизика. Обаче работата не е в названието, а в съдържанието. Космомакрoфизиката по необходимост трябва да включва и новите методи и новите обекти за да има основание да претендира за нова парадигма. Каква ще бъде тя ще покаже времето.

Още едно постижение с революционна стойност, намиращ се в процеса на своето осъществяване, представлява възникващата на границата на космологията на ранната Вселена (квантовата Вселена) и физиката на свръхвисоките енергии престава за възможно множество вселени, притежаващи при това различни фундаментални свойства – различен брой измерения на пространството и свързаните с тях фундаментални

взаимодействия с различен спектър на масите на елементарните частици. Като смяна на понятието Универсум идва понятието Мултиверсум. От гледна точка на пространствено-времевата структура на света се появява още един термин за описване на такава съвкупност от вселени – “гигасвят”. Той затваря логически понятията – микросвят (описван от квантовата физика) – макросвят (описван от класическата физика) – мегасвят (описван от общата теория на относителността), и гигасвят (описван от възникващата понастоящем квантова теория на гравитацията).

И така, обобщавайки казаното относно възможността за трета революция в астрономията, можем да направим следните изводи:

1. Понастоящем, следвайки Шкловски, може да се говори за завършване на втората революция в астрономията, понеже и новите методи за изследване, и новите обекти на изследване, и новата парадигма вече се очертават с достатъчно ясни контури. Това ще бъде парадигма на построената цялостна картина на Мултиуниверсума, в която всички подсистеми на нашата Вселена (от куповете галактики до планетните системи) ще бъдат свързани с последователна генетична връзка.

2. Анализирайки съвременното състояние на астрономията, може да се констатира, че в нейното развитие се наблюдава определена тенденция, която при благоприятни обстоятелства (в това число и социално-политически и социално-икономически) ще доведе до революционни изменения както в нея самата, така и в свързаните с нея дисциплини. Колко дълго ще продължи тази ситуация на очакване или начало на тази революция е трудно да се каже, понеже много конкретни фактори за развитието на астрономията все още не са определени, а същевременно и те самите много бързо се изменят.

Бележки

[1] – Динамиката на научно-техническия прогрес се определя преди всичко от природонаучните революции. Техническите революции представляват практически реализация на полученото от естествените дисциплини ново знание и ги следват след относително немного време. Въпросът за революциите в хуманитарните науки остава извън рамките на настоящото разглеждане.

[2] – Революцията в астрономията през XVI-XVII в. се смята за класическа научна революция и е разгледана от редица специалисти, историци и философи на науката, преди всичко от Т. Кун в неговата известна работа “Структурата на научните революции”.

[3] – Шкловский И.С. Вторая революция в астрономии подходит к концу, Проблемы современной астрономии, Москва, 1988.

[4] – И. С. Шкловски не отделя специално този критерий, даже без да го смята за елемент на „парадигмата” (той въобще не използва този термин), а го използва като елемент „от картината на Вселената”. Обаче отделянето му като самостоятелен прави картината на революционните изменения в астрономията още по-нагледна.

[5] – Брауде С. Я., Конторович В. М., Радиоволны рассказывают о Вселенной. Киев, 1982.

[6] – В краен случай, най-началните и най-крайни етапи от еволюцията на звездите.

[7] – От англ. Relation – връзка, отношение.

[8] – Шкловски. Вторая революция ...

[9] – Пачини Ф., Рихтер В., Вильсон Р. Оптические телескопы будущего. М., 1981

[10] – вж.напр. Carroll, S. M. Why is the Universe Accelerating? arXiv:astro-ph/0310342v1;

[11] – вж.напр. Simon, D.M. White Fundamental Physics: Why Dark Energy is Bad for Astronomy// arXiv:0704229 v.1;

[12] – Turon, C., Done C., Quirrenbach, A., et al. Trends in Space Astronomy and Cosmic Vision 2015-2025// arXiv:astro-ph/0510809 v.1

[13] – вж.напр. Kraus, L.M. Dark Matter Candidates // arXiv:hep-ph/070251 v.1.

[14] – Greene Brian, The Elegant Universe, “Vintage“, 1999.

[15] – Gasperini, M., Veneziano, G. String Theory and Pre-big bang Cosmology // arXiv:hep-th/070305 v.1

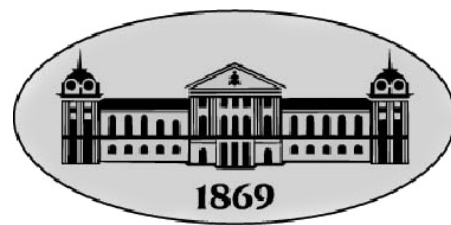
[16] – Kallosh, R., Linde, A. Testing String Theory with CMB// arXiv:0704.0647 v.1

[17] – Фомин П.И. Квантово-полевогой подход к теории релятивисткой струйной активности квазаров и галактических ядер// Украинский физический журнал, 1991р т.36

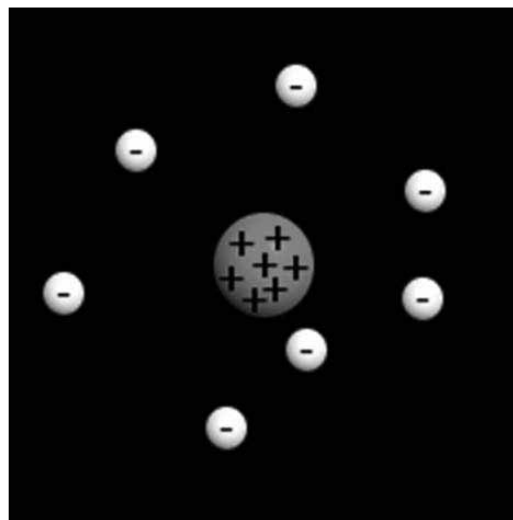
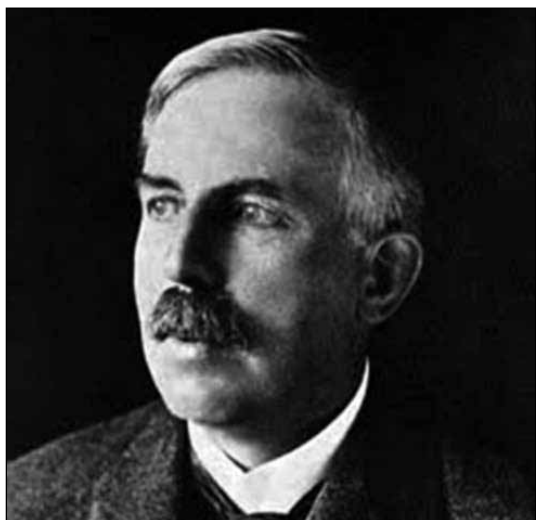
[18] Borucki, William J.; Koch, David G; Basri, Gibor; Batalha, Natalie; Brown, Timothy M.; et. al. (1 February 2011). “Characteristics of planetary candidates observed by Kepler, II: Analysis of the first four months of data” (PDF). arXiv. Retrieved 2011-02-16.

Превод Н. Ахабабян

от: „Проблемы истории науки и техники”, № 3, 2008



ИНСТИТУТ ЗА ЯДРЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ЯДРЕНА ЕНЕРГЕТИКА БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ЮБИЛЕЙНА СЕСИЯ

100 ГОДИНИ ОТ ОТКРИВАНЕТО НА АТОМНОТО ЯДРО

През 2011 година световната научна общественост отбелязва 100-годишнината от откриването на атомното ядро. Откритието, направено от Ърнест Ръдърфорд в резултат на няколкогодишни експерименти по разсейване на алфа-частици, е епохално в историята на науката. За да ознаменува събитието, на 16 юли, 2011г. Институтът за ядрени изследвания и ядрена енергетика при БАН организира юбилейна сесия. В нея взеха участие сътрудници на института – организатор, преподаватели от Софийския университет и Пловдивския университет, както и колеги от други висши училища и институти.

Юбилейната сесия беше открита от Директора на ИЯИЯЕ доцент д-р Димитър Тонев. Първата група доклади имаха исторически характер. Те бяха посветени на уникалната личност на Ръдърфорд и на развитието на ядрената физика през първите десетилетия след откриването на ядрото. В докладите на доц. Митко Гайдаров (ИЯИЯЕ) и професор Никола Балабанов (Пловдивски университет) бяха изтъкнати основните качества на Ръдърфорд, осигурили успехите на неговата дейност: изследователски талант и организаторски способности, овладял изкуството на експериментатора и културата на прецизната обработка на резултатите. Слушателите имаха възможност да надникнат в творческата лаборатория на големия учен и да проследят процесите на научното му творчество.

Доцент Динко Динев проследи историята на създаването на първите ускорители и развитието на ускорителната техника през 30-те години на миналия век, а доц. Христо Протохристов направи удачна съпоставка на развитието на ядрената спектроскопия през същия период в двата научни центъра – Кеймбридж и Виена (където е работила нашата знамените сънародничка Елисавета Карамихайлова)

Във втората част на сесията бяха изнесени доклади от сътрудници на ИЯИЯЕ, свързани с някои аспекти на съвременната ядрена физика: ядрена структура, ядрени реакции и спектроскопия. Доцент Димитър Балабански представи „експерименталната ядрена физика в светлината на новия дългосрочен план на NuPECC в Европа”. Доцент Митко Гайдаров изнесе интересни данни от изследванията на екзотичните ядра, техните свойства и структура. На уникалните свойства на неутрона като магнитна сонда посвети доклада си проф. Кирил Крежев.

Сесията завърши с доклад на доцент Павлин Грудев: „Основни принципи за осигуряване на безопасността на проекта АЕЦ Белене”. Докладът предизвика интерес сред слушателите и противоречиви мнения, с което показва необходимостта от специално и задълбочено обсъждане на засегнатите проблеми.

МЕТОДЪТ НА РЪДЪРФОРД – МЕТОДОЛОГИЯ НА ЯДРЕНАТА ФИЗИКА

Никола Балабанов

Неведнъж съм сравнявал постиженията на Ръдърфорд в науката с подвига на Колумб от края на XV-ия век. Сходството е в това, че и двамата са проникнали в пространства, до които никой преди тях не е достигал. Колумб е преплувал свръхголеми за времето разстояния, прекосявайки океана, а Ръдърфорд е проникнал на свръхмалки разстояния, достигайки сърцевината на атома.

Аналогията също е в това, че и двамата са открили нови светове. Колумб открива Америка – нов континент с големи природни богатства и самобитна индианска култура (значителна част от която е унищожена по-късно от колонизаторите). Ръдърфорд открива света на атомното ядро.



Колкото и да са несравними външно тези два свята, ще си позволя да изкажа становището, че опознаването на свойствата на ядрата и овладяването на ядрените реакции са допринесли за човечеството не по-малко материална и интелектуална полза, отколкото икономиката на американския континент. В подкрепа на това твърдение ще припомня някои от постиженията на ядрената физика.

Първо. Ядрената физика подари на човечеството най-мощен източник на енергия. Освобождаването на енергията, съсредоточена в атомните ядра и овладяването на процесите на нейното преобразуване, е едно от върховете постижения на науката и техниката за всички времена.

Второ. С помощта на ядрената физика и ядрената химия са синтезирани три десетки нови химични елемента и над две хиляди техни разновидности – радиоактивни изотопи. Това е истинско предизвикателство към Природата, която съхранява в недра си 90 елемента и около 270 стабилни изотопа.

Трето. Огромно приложение намират радиоизотопите и радиоактивните лъчи, ядрените съоръжения и методи в различни области на науката, техниката, промишлеността, а в последно време все по-успешно и ефективно – в медицината.

Четвърто. Изключително голяма интелектуална



ценност представлява опознаването свойствата на ядрата и елементарните частици, от които е изградена материята; на фундаменталните взаимодействия, които „отговарят“ за нейната стабилност; на процесите, които протичат на Слънцето, звездите и в Космоса.

Това са някои от векторите, които характеризират развитието и приложението на ядрената физика и всички те имат една изходна точка – откриването на атомното ядро преди 100 години от Ръдърфорд.

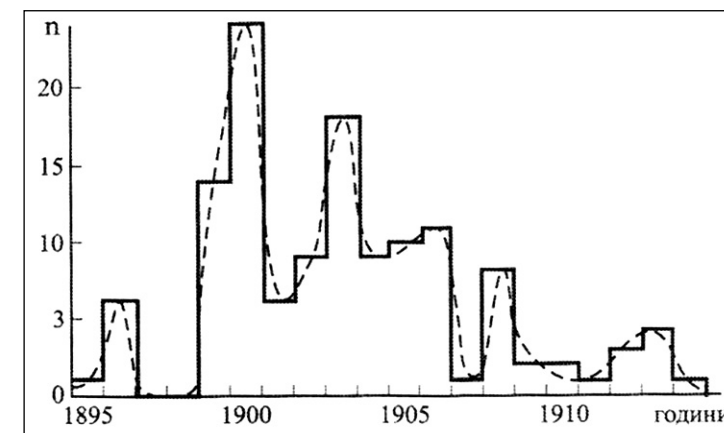
Ръдърфорд е знаел цената на своето откритие. За това свидетелстват многото „ръдърфордизми“, останали в научния фолклор, от които ще припомня само един. Когато го попитали как успява винаги да е на гребена на вълните, ученият отговорил: „Много просто – тези вълни аз ги създавам!“ Действително, благодарение на Ръдърфорд и неговото обкръжение през 20-30-те години на XX век Кеймбридж е бил признатата световна столица на експерименталната физика.

Освен изследователски талант и способности, Ръдърфорд е притежавал превъзходни качества на организатор и ръководител на научните изследвания, които са осигурили успехите в дейностите му. Той е създал школа, от която са излезли първокласни физици – нобелисти: П. Блакет, Дж. Кокрофт, Ъ. Уолсън, Дж. Чадуик, Г. Хевеши, П. Капица, С. Поуел и др. При него са работили и са се учили: Н. Бор, Ф. Соди, Р. Опе-нхаймер, М. Олифант, Х. Гайгер и др.

Ръдърфорд е владел изкуството с помощта на несложна измерителна техника да постига поставените цели. Големият писател и учен Чарлз Сноу характеризира това качество по следния начин: „Ръдърфорд е работил с допотопни, прости прибори, но в действителност е изтискивал от тях всичко, което те са могли да дадат. Никой не би съмнял сега да работи така – „с помощта на восък и връвчици“, както се говори в старата кавендишка поговорка“. [1]

Ръдърфорд е владел и научил и сътрудниците си на висока „статистическа култура“. Както е известно, значителна част от неговите изследвания е правена по метода на сцинтилациите. Трябвало е да се наблюдават стотици хиляди светвания, за да се получат достоверни резултати – изключително трудна и уморителна работа. Ръдърфорд използвал по няколко студента на ден за наблюдения (срещу заплащане). Освен това, той възлагал наблюденията на една група студенти, които не знаели какво се търси, а обработката на резултатите – на други, които не знаели какво трябва да се получи.”

В своите изследвания – и при откриването на



ядрото, и при осъществяването на първата ядрена реакция, Ръдърфорд е използвал като „снаряди” алфа-частиците. Той отлично е познавал техните свойства, защото е автор както на откриването им, така и на пълното им физическо идентифициране. Това убедително се вижда от фиг. 1, на която е показана диаграма за активностите в изследванията на α -частиците в „предядрения период” – от 1896 до 1913 г. [2]. По ординатата са нанесени приносите на различните учени в тези изследвания (авторът на диаграмата ги нарича „влогове”).

Диаграмата на фиг. 1 включва общо 130 „влога”, постъпили през посочения период. От тях 50 принадлежат на Ръдърфорд. За сравнение – А. Бекерел има 22 „влога”, а М. и П. Кюри – 11. [2].

След Ръдърфорд α -частиците са използвани продължително време и с тяхна помощ са направени фундаментални открития, най-големите сред които са откриването на неутрона (Дж. Чадуик, 1932 г.) и на изкуствената радиоактивност (Ф. и И. Жолио – Кюри, 1933 г.).

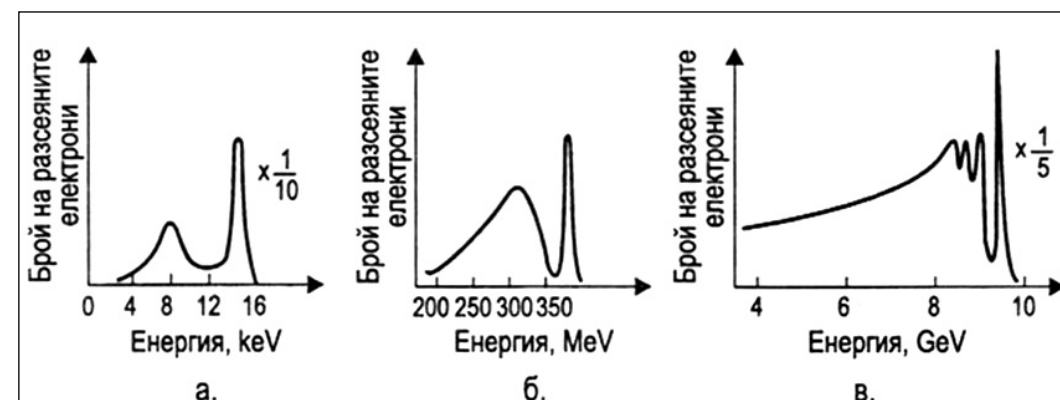
Методът, който Ръдърфорд използвал за изследване структурата на атома, специалистите определят като „метод на високите енергии”. Непосредствена екстраполация на неговия директен метод са по-късните експерименти с още по-високи енергии за изследване на структурата и свойствата на самите ядра, на нуклеоните и на елементарните частици. Именно това превръща метода на Ръдърфорд за разсейване на снопове високоенергетични частици в **методология на ядрената и субядрената физика**.

Този извод се подкрепя от думите на П. Л. Капица, казани на конференцията в Москва, посветена на 100-годишнината от рождението на Ръдърфорд:

„По същество цялата ядрена физика не разполага с по-големи методични възможности от онези, които са били използвани по времето на Ръдърфорд и са били въведени главно от него и неговите сътрудници. Съвременното развитие на ядрената физика протича не в резултат на възникване на нови методични възможности за изучаване на ядрените процеси, а благодарение на възможностите за изучаване обстрелването на ядрата на по-голям брой различни елементи. Тези процеси се изучават сега при големи енергии, най-вече благодарение на построяването на мощни ускорители. Но и в наши дни **ключът за опознаване на атомното ядро остава методът, фундаменталното значение на който за пръв път е било разбрано от Ръдърфорд – изучаване на процесите на обстрелване на ядрата**”. [3]

За целите, които в началото на миналото столетие си е поставил Ръдърфорд, α -частиците, изпускани от радиоактивните ядра, са били най-подходящи. По-ефективно средство за проникване в глъбините на материята са електроните. Те участват само в електромагнитни взаимодействия и са идеални за сондиране на атомните ядра и нуклеоните. Добра илюстрация за техните възможности е примерът, взет от книгата на проф. Д. Блан. [4] На фиг. 2 са показани енергетичните спектри на разсеяни електрони, с различни кинетични енергии и различни мишени.

Фиг. 2 а показва разсейването на електрони с енергия 15 keV от въглеродна мишена. Картината на разсейване отразява ядрената структура на атома.



На фиг. 2 б – електрони с енергия 400 MeV са разсеяни от хелиева мишена. Спектърът позволява да се определи радиуса на разпределение на електричните заряди (т.е. на протоните) вътре в ядрото.

Фиг. 2 в – електрони с енергия 10 GeV са разсеяни от водородна мишена. В този случай електроните проникват вътре в протона и разкриват неговата структура.

Заклучение

За изминалите 100 години след откриването на атомното ядро експерименталната ядрена физика извърши колосален скок – от обикновените прибори до гигантските ускорители, огромните детекторни устройства и автоматизирано управление на експериментите и обработка на резултатите. Огромен скок бележат и нашите представи за ядрата, за взаимодействията между тях и процесите в тях. Определена роля за това развитие и този прогрес, на който всички ние сме не само свидетели, но и скромни участници (не само „зрители”, но и „актьори”), имат изследванията, направени от Ръдърфорд и неговата школа.

По-горе се опитах да посоча някои от факторите, които са осигурили успехите на тази школа. Ще прибавя още един, на който обръща внимание П. Капица в споменатото юбилейно слово – обществената подкрепа, с която винаги се е ползвала науката в Англия: **„Ефективна творческа работа в науката – заявява ученият – е невъзможна без участието на широката културна общественост, която правилно да оценява и поддържа дейността на учените.”** [3]

Така ли е у нас?!

Литература

1. Сноу, Ч. П., Портрети и размышления, Москва, изд. „Прогрес” (1985)
2. Вязцев, А.Н., Открытие элементарных частиц, Москва, изд. „Наука” (1981)
3. Капица, П.Л., В сб. „Резерфорд – ученый и учитель”, Москва, изд. „Наука” (1978)
4. Блан, Д., Ядра, частицы, ядерные реакции, Москва, изд. „Мир” (1989)

НЯКОИ ПОУКИ ОТ ЕДНО ШЕЙСЕТГОДИШНО ТЕОРЕТИЗИРАНЕ*

Мъри Гел-Ман**



За мен е истинско удоволствие, че толкова много изтъкнати колеги, много от които мои стари приятели, са се събрали тук на конференция, свързана с моята почти стогодишнина – навършената ми осемдесетгодишна възраст. Радвам се да видя всички вас и да слушам казаното от вас.

Предложиха ми също да направя някои бележки, така че аз доста обмислях какво ще подхожда за случая. В резултат стигнах до решението не да представя статия върху някои от изследванията, които правя днес, а по-скоро да изложа някои от нещата, които научих от изследванията си по теоретична физика – неща, за които би ми се искало някой да ми ги беше обяснил преди около 60 години.

Едно нещо, на което особено ми се иска да наблегна, е свързано с често срещаната необходимост да се противопоставяме на определени заварени възгледи. Понякога тези възгледи се приемат на доверие навсякъде, а друг път те доминират само в някой район на света или в определени институции. Често пъти те носят негативен характер и се свеждат до забрани да се разсъждава по определен начин. Днес ние знаем, че повечето от възраженията срещу научната ортодоксалност са грешни, а много от тях са просто смахнати. От време на време обаче единственият начин да се постигне напредък е да се отхвърли някоя от забраните, приети безкритично без достатъчни основания.

Преди няколко години една голяма корпорация ми заплати, за да се явя в една много кратка телевизионна реклама. Не се изискваше да хваля компанията, нито дори да я споменавам. Всичко, което трябваше да правя, беше да насърчавам хората да запитват: “А защо не?”

Преценено беше, че този телевизионен клип е успешен, и компанията го пусна в обръщение и на следващата година. Съгласно правилника за правата на актьорите трябваше да ми заплатят още един хонорар и да продължат с още една година членството ми в актьорската гилдия. Също така бях поканен в техния административен център, за да изнеса лекция пред техните сътрудници, а заедно с това, посредством вътрешната им информационна мрежа, и пред служителите им по целия свят. Предмет на лекцията беше, разбира се, въпросът “А защо не?”

Дадох няколко примера от областта на естествените науки за случаи, когато е важно да се поставят под съмнение определени наследени идеи и накрая отбелязах, че макар малко да познавам бизнеса, допускам, че и в бизнеса, както и в научните изследвания, обикновено (макар и не винаги) съществува твърде добра причина да бъде задаван въпросът “А защо не?”. Казах, че в бизнеса положително има определени неща, каквито например са печалбата и загубата, юридическите и етичните съображения, на които винаги трябва да се обръща внимание.

Повечето от нас си спомнят, че до съвсем неотдавна язвата на стомаха се свързваше най-често със стреса, например стреса, причиняван от тираничен шеф. Даже за холивудските големи акули се казваше, че обичат да се хвалят: “аз не заболявам от язва, аз причинявам язва”. По една случайност лекар получи добри резултати, като лекуваше язва с антибиотици, но почти никой не обърна внимание на неговите резултати, защото всички “знаеха”, че основната причина е стресът. Накрая един смел австралийски лекар се зарази с язва, като погълна препарат с бактерията *H. pylori*, така че в крайна сметка закостенялата идея беше отхвърлена.

Друг познат пример от медицината е този със Семелвайс в Будапеща от средата на 19 век. Той е наблюдавал висока смъртност от родилна треска при родилки и новородени бебета. Правилно е предположил, че това се дължи на недостатъчното измиване на ръцете при акушерите и помощния медицински персонал. По такъв начин Семелвайс не само че се отклонява от едно общоприето схващане, според което грижливото измиване няма нищо общо с предотвратяването на разпространението на болестта. Той заедно с това е нанесъл обида на медицинската гилдия. Помислете си само колко родилки и бебета са умрели мърцина, защото неговото вярно наблюдение е било пренебрегнато. Години по-късно Листър най-после успява да прокара идеята за спазването на чистота при хирургичната и акушерската практика и затова всичко наоколо трябва да се промива с карболова киселина. Той става лорд Листър.

От археологията можем да вземем примера с онези йероглифи на майте, които не са срещани в техния календар. Онези от календара, включително свързаните с видимите движения на Слънцето, Луната и Венера, бяха дешифрирани преди около един век, но останалите йероглифи не бяха. Какво представляват те? Известният специалист по археология на майте, Сър Ерик Томпсън, обяви, че това не е писменост, а другите археолози се бояха да възразяват. В действителност правилният отговор е, че това е писменост, но трябваше да изминат много години, преди тя да бъде дешифрирана. Важна роля изигра Юрий Кнорозов в Съветска Русия – учен, който работеше извън сферата на влияние на Томпсън.

Току-що посочих, че понякога една приемана отрицателна идея остава ограничена в определен район на света. Например предимно в САЩ на геолозите се забраняваше да се отнасят сериозно към идеята за преместване на континентите. Малко след като постъпих на работа във Факултета на Калтех през 1955, аз отидох в столовата на Атенеума, факултетския ни клуб, където се натъкнах на кръгла маса с много насядали около нея геолози. Поканиха ме да се присъединя към тях, но само при условие да

не споменавам нито дума за континенталното преместване, за което те “знаеха”, че е невярно. В действителност, ако правилно си спомням, измежду всички тях само Хайнц Льовенщайн, имигрант от Европа, вярваше в тази идея. Физиките в Калтех поканиха Патрик Блакет и Теди Бълард да изнесат лекция, на която те изложиха силни аргументи в полза на континенталното преместване. Геолозите присъстваха, но повечето от тях си тръгнаха, клатейки глави и чудейки се на наивността на физиките. Но те допускаха логическа грешка. Наистина, различните модели, предложени като обяснение на континенталното преместване, бяха грешни и това беше известно на геолозите. Но това не означаваше, че цялостната идея за континенталното преместване е грешна. Когато беше развита тектониката на движещите се геоложки платформи и континентални плочи, американските геолози трябваше да променят схващанията си (с изключение, както ми бяха казали, на Харвардския университет, където континенталното преместване е било отричано още близо едно десетилетие).

На друг обяд в Атенеума около масата се бяха събрали космолози и ядрени физици, изследващи нуклеогенезиса в звездите. Те бяха стигнали до тази тема, водени от идеите на Фред Хойл*** относно непрестанното възникване като противотеза на еволюционната космология. Непрестанното възникване беше предложено от Хърман Бонди и Томи Голд, с цел да се разреши проблемът, свързан с това, че възрастта на Земята се оказва по-голяма от тази на Вселената. В момента, в който тази загадка беше разрешена, с промяна на мащабите за галактическите разстояния непрекъснатото възникване би трябвало да бъде бракувано. Наместо това то беше подето от Фред и още много други. То изключваше генезиса на ядра в ранната Вселена, тъй като в този модел ранна Вселена просто не съществува. Така се стигна до превъзходната работа върху ядрения синтез в звездите, но заедно с това възникна друга логическа грешка. Това, че една екзотична идея е довела до добри резултати в друга област, не означава, че самата екзотична идея е правилна. Проблемът се появи, когато Уили Фаулър, Фред и семейство Бърбидж не успяха да обяснят най-леките елементи. Аз им обърнах внимание, както вероятно и много други са направили, че Алфер и Гамов (без участието на Бете, макар че Гамов включи името на Бете като съавтор на статията само като шега) бяха показали по какъв начин трябва да са възникнали леките елементи в ранната Вселена. Техният отговор беше: „Да, но според Хойл не е имало ранна Вселена.” Трябва да отбележа, че много години по-късно Уили с горчивина си призна пред мен, че би трябвало да ме послуша. В този пункт привържениците на непрестанния креационизъм грешно се противопоставяха на правилната идея (еволюционната космология), докато аз и някои други отричахме ортодоксалните възгледи, доминиращи в Калтех.

Когато Айнщайн предлага специалната теория на относителността през 1905, той допуска, че механиката е ковариантна спрямо същата група на симетрии, каквито са и уравненията на Максвел за електромагнетизма. Формулите на трансформацията, разбира се, са тези на Лоренцовата група, която вече е била известна, но Айнщайн отива по-далеч и дръзва да отхвърли заварената идея за абсолютно време и пространство, като посочва, че съществуват само относителни време и пространство.

Едва ли е нужно да привеждам очевидните примери на Коперник и Галилей, които отричат хелиоцентричната идея.

Разгледаните дотук примери са извънредно важни. Не би могло да се твърди, че подобна ситуация съществува в моите значително по-скромни изследвания, които аз не бих дръзнал да сравнявам с тези на Айнщайн или на Коперник, или на Галилей. Убеден съм обаче, че има значение, когато пред лицето на теоретична загадка на всяко ниво ние се вглеждаме в заварените отрицателни идеи и проверяваме дали те действително се потвърждават.

На по-скромно равнище аз се натъкнах на заварени идеи в своите собствени изследвания. Например, докато развивах идеята за странността, аз трябваше да вляза в конфликт със заварената представа, че полуцелият спин означава полуцел изоспин, а целият спин означава цял изоспин. Но се убедих, че няма никаква причина за подобно съответствие, макар че вярата в него беше широко разпространена.

Онези от нас, които приемаха идеята за кварките, се натъкнаха на неприятности, свързани най-малкото с три заварени схващания, а именно, че:

- (I) неутронът и протонът са елементарни и не са изградени от по-прости съставки;
- (II) елементарните частици нямат дробни електрични заряди, измерени в единици протонен заряд;
- (III) елементарните частици не са затворени в обекти, каквито са неутронът и протонът, не могат да възникват поединично и не могат да се използват в промишлеността.

Налагаше се да покажем, че подобни забрани в действителност не са необходими. Точно това схващане се опитвам да изтъкна.

В днешно време работя с отбор от интелигентни лингвисти, повечето от които са руснаци, изучаващи далечните връзки между човешките езици, включващи по-големи (и по-древни) групирания в сравнение с общоприетите семейства, каквито са индоевропейското или уралското, или астронезийското. Практически всички подобни разработки се отричат от повечето „водещи” исторически лингвисти в Западна Европа и в САЩ. Те стоварват огромен доказателствен товар върху плещите на всеки, който допуска далечна родова връзка, като предпочитат да говорят за заемане на отделни думи или за случайност, или за оноματοпея (звукоподражателно образуване на думи – бел. прев.), с цел да обяснят особеностите на основния речник, без да се смущават, че тези алтернативи могат да се окажат твърде неправдоподобни в дадени конкретни случаи. Дали и тук нямаме работа с още един пример за обречени заварени идеи? Подозирам, че е така.

Толкова относно предизвикателствата на ненужните забрани. Друг урок, който получих, е, че понякога е извънредно важно да се направи разлика между идеите, които са съществени за съвременните проблеми, от онези, които ще бъдат полезни в

контекста на по-дълбоките утрешни проблеми. Сещам се за най-малко два случая от моите собствени изследвания.

Единият е свързан с въвеждането на очарованието за адроните и, в съответствие с това, на две различни неутрино за електрона и за мюона. Това прави два слаби дублета. Защо аз приех с такова закъснение идеята за очарованието? Известно ми беше, че с две различни неутрино се дава най-добро обяснение на липсата на мюонен разпад на електрон и фотон. Знаех, че малък ъгъл от около 15 градуса между частта на промяната на странността и частта на запазването на странността на слабия адронен ток дава добро обяснение, с което отново се подкрепя идеята за слаби дублети. Какво ставаше? Защо се бавех да възприема очарованието?

Искаше ми се операторът на електричния заряд да бъде генератор на проста или поне на полупроста група на Ли – да няма никакви $U(1)$ множители. Това означаваше, че сумата от електричните заряди на елементарните частици трябва да е равна на нула. По отношение на кварките това изискване работеше чудесно без очарование: $\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3}$ наистина е нула. Но прибавянето на още едно $\frac{2}{3}$ би го нарушило. Аз обаче разсъждавах глупашки в термините на непосредствения проблем на постигането на правилна адронна теория, а не на по-далечния проблем на обща теория на адроните и лептоните. В такъв случай, с помощта на цвета, очарованието работи много хубаво: $3(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{2}{3} + \frac{1}{3}) = 0$. Ако прибавим върховния и дънния кварки, а също тау лептона с неговото неутрино, ние отново получаваме нула.

Сега да видим един друг случай, когато аз би трябвало да направя разлика между идеите, които са от значение за днешните изследвания, от тези, които биха могли да се използват в бъдеще. Когато заедно с Харалд се сетихме за теорията на Янг – Милс за свързания с кварките цвят $SU(3)$ (ние по-късно нарекохме това „квантова хромодинамика“), аз гръмко оповестих тази идея на Рочестърската конференция в Чикаго през 1972, където председател беше Дейвид Грос (още един пионер на КХД). Бях много ентусиазиран, но в писмената версия на доклада си бях значително по-сдържан. Главната причина е, че по това време се запознавах със струнната теория и се питах дали няма начин тук да участват някакъв вид цветни струни. Е, струнната теория би могла да е от полза, но не за формулирането на адронна динамика в термините на кварки и глюони (при все че в КХД разтеглените глюонни връзки могат да се държат подобно на струни). Струните бяха предимно идея за бъдещето!

Третия и последен урок, който аз бих искал да извлека от моя опит в теоретичните изследвания, е следният: колебанията и объркването са неизбежни. Ние трябва да ги приемаме и даже да им се радваме.

Прочетох биографичната книга за Дирак от Греъм Фармело, която излезе преди няколко месеца. Въпреки няколко грешки в нея, книгата е отлична. (Между другото за мен беше удоволствие да открия в нея две анекдотични истории, идещи от мен.) Разказите за великите физици теоретици от двайсетте, трийсетте и четирийсетте години на миналия век са очарователни; много от тези учени аз по-късно лично познавах. Особено ме поразиха бъркотията в процеса на построяването на квантовата механика,

на атомната и ядрената физика, на квантовата електродинамика. Тези големи учени са изпитвали силни съмнения, променяли са мнението си, а после отново са се връщали към него. Често са се чудели какъв път да поемат. Понякога просто са грешили.

Една анекдотична история, която Фармело научи от мен, беше относно въпроса ми към Дирак защо той просто не предсказа позитрона направо, опирайки се на своята идея за „дупки“ в морето на електроните с отрицателна енергия. (Вместо това той по едно време опитва да превърне своите „дупки“ в протони с някакъв мистериозен множител от близо две хиляди пред масата.) Отговори ми: „Страхливост, чиста страхливост“.

Е, същите колебания изпитахме ние с моите колеги през следващата ера в теорията на елементарните частици. По някаква причина аз не бях извлякъл очевидното заключение, че тези бележити предшественици са били също така объркани, както бяхме, или почти бяхме, и самите ние.

В продължение на много десетилетия аз страдах от убеждението, че когато съм изправен пред алтернативи, трябва да направя правилния избор. Веднъж Льова Окун ми цитира съвета, който му дал един по-възрастен колега: „Публикувай идеята си заедно с възраженията срещу нея.“ Сега аз бих добавил: „Публикувай двете противоречащи си идеи заедно с техните следствия и по-късно направи избор.“ Очевидно объркването е неизбежна част от процеса. Вместо да страдаме, докато се опитваме да го направим идеално чист и подреден, защо да не го приемаме заедно с неговата объркваност и да извличаме от нея удоволствие?

* Лекция, изнесена на конференцията по случай 80-та годишнина от рождението на Мъри Гел-Ман (15 септ. 1929, Ню Йорк). Конференцията е била на теми по квантова механика, елементарни частици, квантова космология и сложност и се е състояла в Сингапур на 24-26 февруари 2010 – бел. прев.

** Нобелов лауреат по физика за 1969. Понастоящем ръководител на Института за изследване на сложността в Санта Фе, САЩ. Вж. рубриката *Четиво с продължение* в „Светът на физиката“, 1 – 4’98 (Мъри Гел-Ман, „Кваркът и ягуарът“) – бел. прев.

*** Виж рубриката *Четиво с продължение* част IV в „Светът на физиката“ 4’09 (Саймън Митън, „Конфликт в космоса“) по повод идеите на Фред Хойл за образуването на тежки елементи в недрата на звездите. – бел. прев.

(Murray Gell-Mann. SOME LESSONS FROM SIXTY YEARS OF THEORIZING. *International Journal of Modern Physics A*, Vol. 25, No 20 (2010), 3857)

Превод: М. Бушев

ИЗ ОБРЪЩЕНИЕТО НА ПРЕЗИДЕНТА ОБАМА КЪМ 112 КОНГРЕС НА САЩ (25 ЯНУАРИ 2011)

(До голяма степен тази реч е продължение и развитие на речта на президента Обама пред Националната Академия на науките (Вашингтон, 27 април 2009) – вж. *Светът на физиката*, 3'09, с. 275. – Бел. прев.)



...Ние сме част от американското семейство. Ние вярваме, че в страна, където могат да се срещнат всяка раса, всяка вяра и всяка гледна точка, ние все пак сме сплотени като един народ, нас ни свързват общи надежди и общи мечти.

Вярвам, че можем. Това е нещото, което очакват от нас хората, които ни изпратиха тук. Със своите гласове те определиха какви управленчески отговорности ще бъдат разпределени между партиите. Новите закони ще бъдат приемани само с подкрепата на демократите и републиканците. Ние или ще напредваме заедно, или изобщо няма да напредваме, защото сме изправени

пред трудности, които са по-големи както от партиите, така и от политиката.

Точно сега на карта е поставен не изборът на един или друг, а дали в страната ни ще възникнат нови производства и нови работни места. И дали ще запазим водачеството, което направи от Америка не просто едно място на географската карта, а водеща светлина на света.

Ние сме се устремили към прогреса. Две години след най-страшната рецесия, каквато малцина от нас някога са виждали, борсата започна отново да оживява. Икономиката отново расте. Но ние никога не сме измервали прогреса само с този аршин. Ние мерим прогреса с успеха на нашия народ. С работните места, които могат да се заемат, и с качеството на живот, произтичащо от тази заетост. С перспективите на собственика на малък бизнес, мечтаещ да превърне една добра идея в процъфтяващо предприятие. С възможностите за по-добър живот, които да предаваме на своите деца.

Това е проектът, върху който хората на Америка искат ние да работим. Съвместно.

Ние направихме това през декември. Благодарение на приетите от нас данъчни съкращения разплащателните способности на американците днес вече са по-големи. Във всеки бизнес ще може да се отчисли цялата сума на направените през тази година инвестиции. Тези мерки, приети от демократите и републиканците, ще доведат до ръст на икономиката и ще увеличат създадените през изминалата година в частния сектор повече от един милион работни места.

Но ние имаме още работа. Възможно е предприетите през последните две години мерки да са прекършили гръбнака на рецесията, но за да постигнем победа, ние ще трябва да се справим с предизвикателствата, които са се натрупвали в продължение на десетилетия.

Мнозина от хората, които днес ни гледат, вероятно ще си спомнят времето, когато да се намери добра работа е означавало да се явиш в близката фабрика или в бизнесцентъра на града. Не се е налагало винаги да имате диплом за образование, а конкуренцията ви се е свеждала главно до вашите съседи. Ако сте работили добре, вие най-вероятно щяхте да сте с осигурена трудова заетост, с прилично възнаграждение, добри осигуровки и периодични повишения. Възможно е даже вие да се гордеете с това, че и вашите деца са постъпили на работа в същата компания.

Този свят вече е променен. И за мнозина промяната е болезнена. Виждал съм това по затворените врати и прозорци на някога шумните фабрики и по празните магазини на някога многолюдните търговски улици. Чувал съм го от недоволството на хората, чиито заплати се топят или работните им места изчезват – почтени мъже и жени, които са разбрали, че правилата са се изменили по време на играта.

Прави са. Правилата се измениха за времето само на едно поколение, технологичните революции преобрази начина, по който живеем, работим и правим бизнес. Стоманообработващи фабрики, които едно време са имали 1000 работника, сега могат да вършат същата работа със 100. Днес всяка една компания може да отвори магазин, да наеме служители и да продава своята продукция навсякъде, където има интернет връзка.

Медувременно държави като Китай и Индия разбраха, че с някои свои вътрешни промени те ще могат да се конкурират в този нов свят. И затова те започнаха да обучават своите деца по-отрано и по-продължително с по-силен акцент върху математиката и природните науки. Те инвестират в научни изследвания и в технологии. Съвсем наскоро Китай стана страната с най-голямата в света частна инсталация за слънчеви изследвания и с най-бързия в света компютър.

Да, светът се промени. Конкуренцията за работни места е реална. Но това не бива да ни обезкуражава. Това трябва да ни амбицира. Запомнете, че при всичките удари, които понесохме през последните няколко години, при всичките пророчества за нашия упадък, Америка все още има най-голямата, най-проспериращата икономика в света. Никои работници не са по-производителни от нашите. Никоя държава няма повече от нас успешни компании, нито пък регистрира повече патенти на изобретатели и предприемачи. Ние сме страната с най-добрите в света колежи и университети, където идват да учат най-много студенти от всички краища на света.

Нещо повече, ние сме първата държава, създадена в името на една идея – идеята, че всеки един от нас заслужава сам да определи своята съдба. Ето защо векове наред пионери и имигранти са рискували всичко, за да дойдат тук. Ето защо нашите студенти не заучават просто уравнения, но отговарят на въпроси като: “Какво ще кажеш за тази идея? Какво би променил в света? Какъв искаш да станеш, когато пораснеш?”

Нашето бъдеще е да победим. Но за да стигнем до него, не можем просто да стоим

със скръстени ръце. Както ни каза Робърт Кенеди: “Бъдещето не е подарък. То е постижение.” Устойчивата американска мечта никога не е била тъпчена на едно място. От всяко поколение тя е изисквала жертви, борба, справяне с изискванията на новата епоха.

Сега е наш ред. Ние знаем, че трябва да се състезаваме за работните места и за производствата на нашето време. Налага се да изпреварим останалия свят в иновациите, в образованието и в строителството. Трябва да направим Америка най-доброто място за правене на бизнес. Трябва да поемем отговорността за нашия дефицит и да реформираме нашето управление. Това е начинът нашият народ да преуспее. Това е начинът да спечелим бъдещето. И днес аз бих искал да говоря за това как да стигнем до там.

Първата крачка към спечелването на бъдещето е да подкрепим американската иновация.

Никой от нас не би могъл да предскаже със сигурност кое ще бъде следващото голямо производство или откъде ще дойдат новите работни места. Преди тридесет години ние не можехме да знаем, че нещо, наречено интернет, би довело до икономическа революция. Онова, което можем да направим и което Америка прави по-добре от всеки друг, е да възпламеним творческите способности и въображението на нашия народ. Ние сме нацията, която пуска коли по шосетата и компютри в офисите, нацията на Едисон и на братята Райт, на Гугъл и на Фейсбук. В Америка иновацията не е просто промяна в нашия живот – тя е нашият начин да се препитаваме.

Онова, което движи иновацията, е нашата система на свободно предприемачество. Но тъй като за компаниите не винаги е било изгодно да инвестират във фундаментални изследвания, в историята на страната ни правителството винаги е осигурявало необходимата подкрепа на водещите учени и изобретатели. Именно това пося семената на интернет. Именно това направи възможни неща като компютърните чипове и GPS.

Само си представете всичките хубави работни места – от производството до търговията на дребно, – дошли в резултат на тези пробиви.

Преди половин столетие, когато Съветският съюз ни надмина в космическите изследвания с изстрелването на т.нар. Спутник, ние няхахме никаква представа как бихме могли да ги изпреварим с полети до Луната. Още няхахме съответната наука. НАСА даже не съществуваше. Но, след като инвестирахме за подобряване на изследванията и на образованието, ние не просто надминахме Съветите, ние възбудихме вълна от иновации, които създадоха нови производства и милиони нови работни места.

За нашето поколение това е мигът на Спутник. Преди две години аз казах, че ще ни трябва да стигнем такова ниво на изследвания и развитие, каквото не сме имали от времето на космическата надпревара. След няколко седмици аз ще представя на Конгреса такъв бюджет, който ще помогне за осъществяването на тази цел. Ние ще инвестираме в биомедицински изследвания, в информационни технологии и особено в технологии на чистата енергия такива средства, които ще укрепят нашата сигурност, ще опазват нашата планета и ще създадат безброй нови работни места за нашия народ.

Ние вече се уверяваме в предимствата на възобновяемата енергия. Робърт и Гари Алън са двама братя, които управляват в Мичиган малка компания за покриване на

сгради. След 11 септември те предложиха своите най-добри работници да помогнат да се ремонтира Пентагонът. Но половината от тяхната фабрика остана неизползвана, а рецесията им нанесе тежък удар.

Днес, с помощта на правителствен заем, това празно пространство се използва за произвеждане на слънчеви панели, които намират пазар в цялата страна. По думите на Робърт: “Ние преоткрихме себе си”.

Това е нещо, което ние американците сме правели в продължение на повече от двеста години – преоткривали сме себе си. И за да предизвикаме повече истории на успеха, подобни на братята Алън, ние започнахме да преоткриваме нашата енергийна политика. Ние не даваме пари просто така. Ние създаваме предизвикателство. Ние казваме на американските учени и инженери, че ако те създадат отбори от най-добрите умове в техните области и ако се насочат към най-трудните проблеми на чистата енергия, ние ще финансираме проектите Аполо на нашето време.

В Калифорнийския технологичен институт развиват метод за превръщане на слънчевата светлина и водата в гориво за нашите коли. В Националната лаборатория “Оук Ридж” използват свръхкомпютри, за да получат значително повече мощност от нашите ядрени инсталации. С повече изследвания и стимули ние можем да преодолеем зависимостта си от петрола, да преминем към биогориво и така да станем първата страна в света, в която към 2015 по пътищата ще се движат 1 милион електромобили.

Ние трябва да застанем в подкрепа на тази иновация. И за да ѝ помогнем финансово, аз ще изисквам от Конгреса да спре милиардите долари на данъкоплатците, които сега се дават на петролните компании. Не знам дали сте забелязали, но те и сами се справят чудесно. Затова нека вместо да субсидираме вчерашната енергия, да инвестираме в утрешната.

А пробивът в чистата енергия ще се превърне в работни места само ако бизнесът се увери, че ще има пазар за неговата стока. Призовавам ви да ме подкрепите в поставянето на една нова цел: до 2035 година 80% от американското електричество да идва от чисти източници на енергия. Някои хора искат това да е енергията на вятъра и слънцето. Други искат ядрена енергия, чисти въглища и природен газ. За да постигнем поставената цел, ние ще се нуждаем от всички тях и аз призовавам демократите и републиканците да обединят усилията си, за да осъществим това.

Жизнено важно за американския успех е да запазим лидерското си място в изследването и технологията. Но, ако искаме да победим в бъдеще, ако искаме иновациите да създадат работни места в Америка, а не отвъд океана, тогава ще трябва да победим в надпреварата за образованието на нашите деца.

Помислете върху това. През следващите десет години почти половината от всички нови работни места ще изискват образование, което надхвърля равнището на гимназиалното образование. И при това, след като цяла една четвърт от нашите ученици не завършват гимназиално училище. Качеството на нашето обучение по математика и по природни науки изостава в сравнение с много други страни. Америка е паднала до 9-то място по пропорционалния брой на млади хора с полувисше и висше образо-

вание. Така че въпросът е дали всички ние като граждани и като родители желаем да направим каквото е необходимо, за да дадем на нашите деца шанс за успех.

Тази отговорност започва не в нашите класни стаи, а в нашите домове и общности. Семейството е първото, което възпитава любовта към учението у едно дете. Само родителите могат да осигурят щото телевизорът да бъде изключен и домашните да бъдат подготвени. Ние трябва да внушим на нашите деца, че почести заслужава не само победителят в спортно състезание, но и победителят в научното поприще, че успехът не е просто слава или PR, а резултат от упорита работа и дисциплина.

Нашите училища споделят тази отговорност. Когато едно дете влиза в класната стая, там то трябва да почувства атмосферата на високи изисквания и отлични постижения. Но прекалено много училища не отговарят на това изискване. Ето защо, вместо само да наливаме пари в една система, която не работи, ние инициирахме състезание, наречено “Надпревара към върха”. Ние казахме на всичките петдесет щата: “Ако ни покажете най-новаторските планове за усъвършенстване на качеството на преподавателите и постиженията на учениците, ние ще ви покажем субсидиите”.

“Надпревара към върха” е най-смислената реформа в нашите училища за цяло едно поколение. С цената на по-малко от един процент от онова, което всяка година изразходваме за образованието, тя изведе повече от 40 щата до по-високи стандарти на преподаване и учене. Тези стандарти бяха развити не от Вашингтон, а от губернаторите – републиканци и демократи – в цялата страна. “Надпревара към върха” трябва да бъде нашият подход и тази година, доколкото ние заменяме инициативата “Нито едно изоставашо дете” със закон, който е по-гъвкав и който е насочен към най-доброто за нашите деца.

Виждале ли, ние знаем какво е възможно за нашите деца, когато реформата не е просто инициатива отгоре надолу, а е усилие на местните учители и директори, училищни настоятелства и комитети.

Да вземем училище като “Брус Рандолф” в Денвър. Преди три години то беше класирано като едно от най-лошите училища в Колорадо, разположено между терените на две враждуващи банди. Но през май миналата година 97% от гимназистите получиха диплома. Мнозина от тях ще бъдат първите в своите семейства, които отиват да учат в колеж. А след първата година на това преобразование директорката, която успя да постигне това, избърса сълзите от очите си, когато един ученик каза: “Благодарим Ви г-жа Уотърс, задето ни показате, че сме умни и че можем да успеем”.

Да не забравяме, че след родителите най-силно влияние за успеха на едно дете има човекът, изправен пред класа. В Южна Корея учителите са наричани “строители на нацията”. Време е тук в Америка да започнем да се отнасяме със същото уважение към хората, които обучават нашите деца. Трябва да възнаградим добрите учители и да престанем да намираме оправдания за лошите учители. А през следващите десет години, когато толкова много от добрите учители ще се пенсионира, ние ще трябва да подготвим нови 100 000 учители в областите на науката, технологията, инженерството и математиката.

И затова, обръщайки се към всеки младеж, който сега слуша и който размишлява за избора на своята кариера: ако искате да промените живота на нашия народ, ако искате да промените живота на децата, станете учители. Страната ви се нуждае от вас.

Разбира се, надпреварата за образование не завършва с дипломирането. За да има състезание, трябва средното и висшето образование да са достъпни за всеки американец. Ето защо ние сложихме край на недопустимите данъчни субсидии, които отиваха за банките, като употребихме спестяванията, за да направим колежа достъпни за милиони студенти. А тази година аз ще поискам от Конгреса да отиде по-нататък и да направи постоянен кредит за обучение, равняващ се на \$10 000 за четири години обучение в колеж.

Тъй като в днешната бързо изменяща се икономика хората се нуждаят от подготовка за нови работни места и нови кариери, ние също така започнахме да възстановяваме общинските колежи. През миналия месец видях перспективата за тези училища в Северна Каролина. Мнозина от учещите там са работили в местните фабрики, които по-късно са се преместили в други градове. Жена на име Кати Проктър, майка на две деца, беше работила в мебелната промишленост от 18-годишна възраст. Тя ми каза, че сега, на 55-годишна възраст, учи за специалност биотехнология и то не само защото вече няма работни места в мебелната промишленост, но и защото иска да окуражи децата си да се борят за постигане на мечтите си. Или, както каза Кати: “Надявам се така да им покажа, че никога не трябва да се предаваме”.

Ако предприемем тези стъпки, ако повишим перспективите за всички деца и им предложим най-добрите възможности за образование, ние ще постигнем целта, която аз поставих преди две години*: “В края на следващото десетилетие Америка отново ще има най-големия в света процент на хората, които са завършили колеж”.

Една последна бележка относно образованието. Днес в нашите училища има стотици хиляди отлични ученици, които не са американски граждани. Някои са деца на хора, които са без нужните документи и които не биха могли да отговарят за действията на своите родители. Тези хора са израстнали като американци, вричат се във вяност към нашето знаме, но въпреки това всеки ден живеят под угрозата да бъдат депортирани. Други идват от чужбина, за да учат в нашите колежи и университети. Но след като получават високи образователни степени, ние ги връщаме обратно, за да се състезават срещу нас. В това няма никакъв смисъл.

Убеден съм, че трябва веднъж завинаги да се заемем с въпроса за нелегалната имиграция. Готов съм да работя съвместно с републиканците и демократите, за да опазваме нашите граници, да налагаме нашите закони и да насочим вниманието си към милионите работещи хора, които нямат документи и пребивават в сенчести условия. Разбирам, че това е труден въпрос, който ще отнеме много време. Но нека се съгласим да направим това усилие. И нека престанем да гоним от страната талантиливи и отговорни млади хора, които могат да работят в нашите изследователски лаборатории, да започнат нови бизнес дейности и по-нататък да обогатят тази страна.

Превод: М. Бушев

НАУКА И ЛЪЖЕНАУКА

В. С. Степин



– В какво, според Вас, са особеностите на науката, на научното знание, за разлика от другите форми на знанието?

– Днес това е един от остриите проблеми на философията на науката въобще. За човек, занимаващ се с научна дейност, винаги има интуитивна представа за това, какво е научно и какво извъннаучно. Тези представи в много отношения се определят от приетата система за идеали и научни

норми: идеали и норми за обяснение, описание, доказателства на обосновката на знанията, тяхното построение и организация. Частично те се фиксират чрез методологичните принципи на науката, но в по-голямата си част се демонстрират чрез обрзци на знанието. Ученият, усвоявайки необходимите знания и методи в процеса на своята професионална подготовка, едновременно усвоява образците на доказателства, обосноваване, проверки, начините за получаване на факти и изграждане на теории. В резултат у него се натрупва интуиция, определяща неговото разбиране за научност. В това интуитивно разбиране се оказват споени няколко смислови нива.

Първо – отчитат спецификата на предмета на една или друга дисциплина, особености на изучаваните от нея обекти. На това ниво възникват различия в разбирането на идеалите за научност, например, на естествоизпитателите и хуманитарите.

Второ – нивото на смисъл, изразяващо общите черти на науката за съответната историческа епоха. На това ниво могат да се установят различия в разбирането на идеалите и нормите през различните исторически етапи на развитие на науката, например различните норми за обяснение и описание в класическото и некласическо естествознание.

И накрая, *трето* – дълбочинното ниво на смисъл, определящо общото, че в науката има различни дисциплини и различни епохи. Именно на това ниво се фиксират характеристиките, отличаващи науката от другите форми на знание.

Но за да се изяснят те, само интуицията на учения не е достатъчна. В интуицията са споени всички смислови нива на идеали и норми за научност. А те трябва да бъдат различавани, необходим е методологичен анализ, съпоставянето на различните етапи на историческото развитие на науката и принципите на регулация на научната дейност в различните дисциплини. Такива принципи съществуват, и те всъщност разделят

представителите на различните науки. Всички ние различаваме знанието от мнението. Всички смятаме, че знанието трябва да бъде обосновано и доказано. За процедурата на доказването, ние сме съгласни, че знанието трябва да бъде непротиворечиво. Допускаме, че научните представи могат да бъдат уточнявани и преразглеждани, но при това подразбираме, че трябва да има приемственост в развитието на знанието.

Преразглеждайки своите представи за света, науката не отхвърля съществуващите фундаментални теории, а само определя границите на тяхната приложимост. Даже, натъквайки се на явно изцяло неприемливи представи за картината на света, тя отсява от тях рационалните елементи, обезпечили нарастването на емпиричното и теоретично познание. Например, преразглеждайки представата за неделимостта на атома, науката е запазила същността на самата идея на атомистиката. Нещо повече, изяснява се, че в диапазона на енергии, с която е имала работа механиката и нейната експериментална база, не е било и възможно да се забележи сложността и делимостта на атома. Неделимният атом е била идеализирана, теоретична конструкция, която е имала своите граници на приложение, и в тези граници е осигурявал изследването на механичните процеси.

Всички тези принципи на научното изследване представляват своеобразна конкретизация на две фундаментални характеристики на науката – изискването за получаване на обективно знание и изискването за непрекъснато увеличаване на това знание. Науката може да вземе за обект на изследване всякакви предмети или процеси на действителността – природни, социални, състояния на човешкото съзнание. Но и до каквото и да се докосне науката – всички те функционират и се развиват по естествени закони. В това отношение науката наподобява на цар Мидас от известната легенда, който и до каквото и да се докоснел се превръщало в злато. Науката непрестанно увеличава “златото на обективното знание”. В това е нейната мощ, но и ограниченост.

Съществуват такива аспекти на човешкият опит, които са необходими за възпроизводството и развитието на социалният живот, които обаче не могат да бъдат отразени в науката. Те се изразяват чрез други форми на познанието – художествените постижения и религиозният опит. Възникващите при тях знания за човека и света са извън научни, но това не намалява тяхната социокултурна ценност. Навремето Р. Файнман, известният физик, носител на Нобелова награда, беше каза на шега (в която има голяма част истина), че не всичко извъннаучно е лошо, например, любовта. Науката не изчерпва цялата култура. Тя е само една нейна област, която взаимодейства с другите и части. И това взаимодействие е важен фактор на развитие както на науката, така и на културата в цяло.

– **Що е това антинаука (лъженаука)? Какво е нейната същност и отличие от науката?**

От вече казаното следва, че трябва да се различават извъннаучното знание и антинауката. Понятието антинаука се фиксира посредством множество термини: девиация на науката, паранаука, псевдонаука и накрая, лъженаука. Какво означават тези термини?

Уместно е да се отделят два блока концепции, знания и вярвания, които не просто съществуват редом с науката, а претендират и за научен статус.

Първият от тези блокове, е съставена от различните езотерични и мистични учения и практики – днес има опити те да се тълкуват като своего рода научни знания и да се описват в наукоподобни термини. Такива знания и практики винаги са съществували в културата, те могат и трябва да се изучават с научни методи, но самите те не представляват наука. Обаче днес съществува тенденция да се придава на магическата практика, на гадателите и екстрасенсите научен статус (например, парапсихологията, алтернативната медицина). Тези практики се описват в термините на биополета, въздействията на биополетата върху организмите и т.н. Предполага се особена картина на света, алтернативна на съвременната научна. При това непрекъснато се смесват два различни подхода и класове понятия: от една страна, понятието за електромагнитно въздействие върху живото (клетки, организми), с друго – понятието биополе, несводимо към известните в науката полета. Изучаването на електромагнитните полета, генерирани от клетки и многоклетъчни организми, е безспорно област на научната проблематика, в която са направени редица открития. В това число и от наши учени (изследванията на академик Ю.В.Гуляев). Но предполагащите концепции за биополета и стремежа да се въведат те в състава на научната практика от екстрасенси и магове излиза извън рамките на науката. Този блок от антинаучни концепции се ражда като резултат на пренасяне на представи от съседните с науката всекидневни знания, магии и религиозен опит в сферата на науката и маскирани като наука.

С какво е свързана тази маскировка? Защо религиозно-митологичният опит започна понастоящем да се проявява в научна терминология и да се представя като форма на научното знание? Според мен, това е свързано с особения статус на науката в културата на техногенната цивилизация, която дойде като смяна на традиционното общество, зародило се в Европа примерно в епохата на Ренесанса и Реформацията. Започвайки от XVII век, науката завоюва правото на светогледна функция, нейната картина на света се превръща в най-важната съставляваща на светоусещането. Научната идеология, идеалите на науката, нейните нормативни структури, начини на доказване и нейният език се проявяват като основи за приемането на решения, което често подронва властта. Доминиращата ценност на научната рационалност започва да оказва влияние на другите сфери на културата – и религията и митът често се модернизират под това влияние. На границата между тях и науката възникват паранаучни концепции, които се опитват да намерят място в полето на науката.

Сега за **втория блок** от антинаучни концепции. Неговите източници са вътре в самата наука. Често много учени, увлечени от една или друга идея, претендират за радикално изменение на научната картина на света, без да имат достатъчно основания за това. Тогава започват призови към властта, обръщения чрез средствата за масова информация към общественото мнение, които започват да поддържат това „откритие”. Превръща се в борба за средства, за преразпределяне на пари. Но такива хора не винаги са прагматични, те могат да са убедени, че са направили преврат в науката, въпреки че никой не ги признава. Например, още през XIX и началото на XX векове, когато е било открито рентгеновото излъчване, в науката възниква цяло направление, насочено към

търсенето на нови типове излъчвания. Френският учен Блондло обявява откриването на т. нар. N-лъчи. По негово мнение, някои метали, например алуминия, излъчват N-лъчи спонтанно, а при определени условия тези лъчи усилват осветеността на боядисани повърхности. Всички вестници в Париж пишат за „забележителното откритие на Блондло”. Присъден му е даже златният медал на парижката академия. А е разобличен от известният изобретател Робърт Уд, който го помолил да му демонстрира своите опити. В хода на демонстрацията Уд незабелязано взима алуминиевата призма, която е обявена за източник на N-лъчите, и я слага в джоба си, а Блондо продължава да твърди, че регистрира излъчването. След това разобличаване му се налага да върне златния медал и бедният човек полудява и завършва живота си в психиатрична клиника. Този пример показва, че много автори на лъженауката могат да бъдат искрено заблудени, маниакално настоявайки за своите псевдооткрития.

– Тоест, и в самата наука нередко възникват лъжеучения. В какво е тяхната особеност? Как в крайна сметка те могат да бъдат елиминирани?

Към лъженауката могат да се отнесат не само случаите, когато непроверени, експериментално недоказани факти започват да се внедряват в съзнанието на хората и да претендират за изменение на научната картина на света. Историята на науката знае също и примери на псевдотеоретични концепции, които претендират за ролята на фундаментални теории и даже са се опитвали с помощта на властта да доминират монополно в науката. Известна е историята с „лисенковщината”, нейната борба с генетиката, забраната за приложение в биологията на физико-химичните методи при изследване на наследствеността – всичко това са достатъчно ярки примери на антинаучни теории. Разбира се, от тук не следва, че всички факти, които Лисенко и неговите поддръжници са се опитвали да използват в своите до построения, е необходимо също да се отхвърлят: ако това са реални факти, то те трябва да получат интерпретация в рамките на научните теории.

Науката не е предпазена от грешки и заблуждения. Затова критичното отношение към получените резултати, тяхната обосновка, проверка и препроверка са задължителни за научното творчество. Антинаучните концепции, възникващи вътре в самата наука, могат да бъдат подтикнати от безкритичната позиция на изследователя спрямо собствените си идеи или недостатъчната философско-методологична ерудиция. Случва се, специалист в тясна област да се опитва да представи своите резултати, довели до успех при решение на конкретни задачи, за фундаментално знание и да претендира да измени приетата научна картина на света. При това широко се използват различни спекулации от натурфилософско естество.

Ето един пример. Към края на 1970-те и началото на 1980-те години член-кореспондентът на Белоруската академия на науките Вейник публикува няколко одиозни книги, в които излагаше някаква „обща теория на движението”. Източник на неговите претенции бяха прилаганите от него формули от теорията на електричния потенциал за решаване на задачи от термодинамиката на леенето. Той смяташе, че е открил универсални формули, описващи всякакъв вид движения. И от такава позиция

обяви за революционни изменения в науката. В написания от него учебник по физика се предлагаше всички предишни знания да се формулират по нов начин, а понеже в такава формулировка не се побираше почти цялата съвременна физика, теорията на относителността и квантовата механика бяха отхвърлени като несъответстващи на новия подход. Показателно бе, че за обосноваване на своя подход Вейник използваше идеята на Енгелс за формите на движение на материята, но обобщавайки я. Освен механичната, физична, биологична и социална форми на движение той въвеждаше осезателната, зрителната, обонятелната и звукова форми на движение, и предлагаше всички те да бъдат описани от неговата формула. Характерно е, че на критиката той отговаряше така: „В науката революционните идеи се признават не веднага, но ще дойде време и ще се изясни, че бъдещето е на моите идеи”. Такъв род „аргументация” често се използват от адептите на различни псевдонаучни концепции и съвременни изобретатели на вечния двигател.

Напълно очевидно е, че подобни „революционери” създават неадекватен образ на науката. Всички велики преврати в науката са започвали не с това, че някой е заявил, че е създал нова наука, която преобръща всичко с главата надолу и отхвърля старото. Когато Айнщайн създава своята теория, той започва с решаването на реален проблем и много скромно озаглавява статията „Към електродинамиката на движещи се тела”, в която излага основите на теорията на относителността. Айнщайн влиза в науката с нови резултати, които се вписват в научната традиция, въпреки че руши много в съществуващата картина на света.

Това е много важен критерий: ако някой претендира за ново виждане, отхвърляйки теории, изпробвани в науката, обявявайки ги за недействителни, това е сигнал, че вероятно си имаме работа с антинаучна концепция. Защото могат да се пренапишат на нов език старите теории, и всъщност винаги се прави това, като обаче винаги се запазва съдържанието, свързано със законите, които са обяснявали и предсказвали опитните факти. И разбира се, предполагаемите нови теории и концепции трябва да бъдат вътрешно непротиворечиви.

– Защо именно днес така остро се поставя въпросът за критериите за отличие на науката от лъженауката? Какви са социалните причини за разпространение на лъженаучните критерии?

Всъщност, този въпрос е бил открит винаги. В науката винаги са възниквали маргинални теории, които не са били приемани и които след това са били изхвърляни извън границите на науката.

Могат да се отделят четири социални причини, които правят днес проблема за отношението между наука и лъженаука толкова остър:

Първата – общата криза на цивилизацията, търсенето на нови ценности; втората група причини – особеностите на психологията и менталитета на постиндустриалното общество; третата – състоянието на самата наука, свързана със забавянето на процесите на интеграция на все по-силно диференциращото се научно знание; и на края – състоянието на самия живот в страната ни.

– В какво се изразява общата криза на съвременната цивилизация, водеща до търсенето на нови ценности?

Онази цивилизация, която наричаме съвременна, от техногенен тип, е основен етап на цивилизационното развитие. За разлика от традиционния тип, в нея решаваща роля играе научно-техническият прогрес. Науката не само обезпечава технологичните пробиви, изменящи социалния живот. Отстоявайки правото си на светогледен статус, тя предлага и своя картина на света като фундамент на светоусещането. И тази картина се внедрява в масовото съзнание в процеса на възпитанието и обучението.

Възниква особен тип рационалност, който е свързан с разновидностите на научният дискурс, и човек го усвоява, често без сам да забелязва това. Ще напомня известния факт как групите на Виготски и Лурия (а след това тези изводи бяха повторени от Стенли Коул в Либерия) изследваха мисленето на селяни в Узбекистан и Таджикистан – типични представители на традиционната общност. Беше установено, че даже и на мъдреците на тези общности, които поучават другите, липсва абстрактна схема за разсъждение по логиката на силогизма. Те разсъждаваха съвсем различно, не както е свикнал човек, обучен в наука. Например, задават му такава задача: в Германия няма камили; Берлин е град в Германия; има ли в Берлин камили? Логично е да се отговори – не. Но той отговаря: „Вероятно, да” – „Защо?” – „Ами, градът е голям, нали? Голям, значи. Може би там е дошъл киргиз с камили или таджик”. По своему той мисли правилно – той мисли по логиката на здравия смисъл, а не по формулите на абстрактния силогизъм.

Показателно е, че такива задачи лесно решават децата от същите населени места, които са преминали курсовете по математика и естествознание в началните училища. До същия извод стига и Коул, който в Либерия изследва традиционната група. Този тип мислене е характерен въобще за хора, формирани в традиционните общества, които нямат понятие за наука. Науката не само ни дава образа на света, но тя формира и нашия начин на мислене, транслирайки в културата и внедрявайки в съзнанието на хората особената структура на рационалността.

Светогледният статус на науката беше предпоставката за нейното превръщане в производителна сила. Той оправда ценността на фундаменталните търсения – както на търсенето на истини, получаване на резултати, непосредствено не внедрими в практиката, но ценни сами по себе си. Във фундаменталните науки се откриват хоризонти на изцяло нови предметни светове и нови технологични възможности, които най-често се реализират само в практиката на бъдещето, понякога и в друга историческа епоха. Така, Фарадей откри електромагнитната индукция в началото на XIX век, но електродвигателите и електрогенераторите навлязоха в практиката едва в началото на XX век. И оправданието за такава дейност е било не това, че той е правил нещо за практическа полза, а в това че ученият е откривал истината.

Ако не беше светогледният статус на науката, той никога не би могъл да стане производителна сила на обществото. В културата на техногенната цивилизация ценността на научната рационалност заедно с ред други ценности (ценността на креативната дей-

ност, иновациите, автономията на личността, правата на човека и т.н.) образуват единен комплекс на светогледната структура, които се проявяват като своеобразен „генетичен код“ на нашата цивилизация. Дълги години тя се приемаше като магистрална линия на човешкият прогрес. Но днес у мнозина възникват съмнения относно възможностите и бъдещата съдба на техническата цивилизация. Тя даде много на човечеството, създаде ново качество на живота, но именно тя породила глобалните кризи (екологична, антропологична и др.), поставяйки човечеството пред заплахата за самоунищожение.

Има основание да се предполага, че човечеството навлиза в епохата на радикални цивилизационни промени. И в различни области на културата вече се търсят нови ценности, нови светогледни образи, които биха могли да станат база за третия (спрямо традиционната и техногенна) тип на цивилизационно развитие, призвано да намери изход от съвременните глобални проблеми. Такива процеси протичат и в науката.

Днес на предния фронт на научните изследвания и високите технологии все по-често се усвояват обекти със сложна структура или, саморазвиващи се структури. Те изискват особена стратегия на дейност и въвеждат нови образи в научната картина на света. Едно от важните такива следствия представлява разширяването на полето на миросгледни смисли, които формират съвременната наука. Ако през XVIII-XIX и първата половина на XX в. тя се е опирала на ценностите на техногенната цивилизация и отхвърляла образите на традиционната култура и ненаучна мистика, то днес ситуацията е изменена. И цял ред светогледни идеи на традиционната култура могат да бъдат съгласувани със съвременната научна картина на света.

Да вземем, например, представата за обкръжаващата ни природа като жив организъм. Такива образи на природата са доминирали в традиционните култури. И новоевропейската наука ги е отхвърляла дълго време като мистични. Но днес, след идеите на Вернадски за биосферата и развитието на глобалната екология, органистическата представа за природната среда, непосредствено обкръжаваща човека, е включена в научната картина на света. Припокривайки се с някои идеи на източната култура и стратегия на дейност на самоорганизиращите се системи. Колективните ефекти и неголемите въздействия в точките на бифуркация са способни да поразят нови нива на организация на такива системи, докато простото увеличаване на силовия натиск върху системата може да доведе само до редуциране към една и съща структура, без да породява нова. Тези стратегии напомнят принципа „увеи“ (минимално въздействие), който е бил своеобразен идеал за дейност в древнокитайската култура.

Процесът на разширяване на полето на светогледни приложения на съвременната наука я превръща в един от най-важните фактори в съвременния диалог на културите. Но тук се крият и обективни опасности за поява на различни маргинални антинаучни концепции, представяни като ново развитие на науката.

– Как се отразява върху състоянието на науката глобалните обществени измествания в постиндустриалната епоха?

Именно с особеностите на съвременният постиндустриален свят е свързан вторият комплекс от причини. Нашият свят се отличава от индустриалния. През 1992 г.

в интересна статия на Дж. Холтън, основавайки се на изследвания на американски социолози, подчертаваше, че постиндустриалният начин на живот ще се отличава от класическия модерен свят, т.е. втората половина на XIX – първата половина на XX векове. Тогава беше формиран особен идеал на дейност, който изискваше специални хора, способни да следват твърди разпоредби, да съблюдават абстрактни правила и норми, да вземат решения на базата на обективни данни и рационален анализ, подчиняващи се на авторитети, които са утвърдени не сакрално, а само за сметка на професионалните им постижения. Такъв трябваше да бъде типът на поведение. Всъщност, той е описан още от Макс Вебер, и той го беше охарактеризирал като „железна клетка“, която ограничава своеловията на човека. Разбира се, днес този образ на „клетка“ е значително изменен и размит.

Известният немски изследовател Е. Гелнер употребява друг образ. На мястото на „железната клетка“ той използва „гумената клетка“, т.е. мека форма на регулация. Гелнер пише, че образът на „гумената клетка“ приляга повече на съвременното общество, в което рационалната мисъл и възплъщащите я видове дейност се свиват все повече, понеже и частта от населението, която се занимава с такива видове дейност, все повече намалява.

Все повече нараства частта от населението, което предпочита леките занимания, онези, които на Запад наричат „хора на потребителско общество“. Те са ориентирани не толкова към професионална дейност и постигане на успех, колкото на развлечения, лични форми на удоволствия, и не се подчиняват на твърди правила. И когато такива хора са принудени да следват такива правила, то техният живот е далеч от идеала. Това особено се отнася до съвременната младеж.

Философията на постмодернизма се опитва да представи този начин на живот като норма за бъдещето. В потребителското общество парите могат да бъдат придобити доста лесно, занимавайки се с каквато и да е дейност. И можеш да получиш много пари, без да се занимаваш с наука, която изисква огромни самоограничения. Хората, занимаващи се с наука отпадат от сферата на развлеченията, и затова днес науката не се счита за привлекателна. Американските изследователи казват, че днес хората не се стремят към наука, че нейният статус е паднал в сравнение с това, което е бил в началото на XX век. Въпреки че в науката все още вярват. Но повече вярват в технологиите. Към тях се отнасят с благоговение.

Сред масата хора се формира особен тип мислене, създавано от средствата за масова информация, обслужващи потребителското общество. Това е т.нар. „клипово съзнание“, когато проблясват калейдоскопични възприятия и впечатления, когато липсва твърда логика и рационално съждение. „Клиповото съзнание“ прави хората силно възприемчиви към всякакви чудеса, тайни и тем подобни. В този смисъл в благополучните общества възниква същата езотерика, каквато и у нас. Хората вярват в каквото и да е. Холтън дава пример в своята статия: снимка на президента Буш с пришълец от космоса. Това е фотомонтаж, но когато е било проведено допитване, се оказва, че голямата част от хората са вярвали, че Буш е общувал с извънземен

пришелец. В Америка вярата в НЛО се е превърнала в разновидност на религията. И когато ние заимствахме образа на живот на потребителското общество, а той дойде у нас преди всичко чрез средствата за масова информация и в развлекателната сфера, това формира благоприятно отношение към всякакви глупости и езотерика, които се представят като наука.

– **А какво, по Ваше мнение, е светогледното състояние, ако можем така да се изразим, на самата наука?**

Днес науката е в такова състояние, че процесите на диференциация е нея изпреварват процесите на интеграция. Тя е разделена на области, които зле се стиковат помежду си. И това е третата причина, създаваща възможност за появата на лъженаучни, езотерични идеи, които проникват в науката и се конкурират с нея. Често ученият-специалист говори на такъв език, който е непонятен на неговите колеги – учени от съседни области на науката. И затова някаква езотерична, девиантна наука от типа на ефекта на Блондло, възникнала в една област, учени от друга област могат да приемат на вяра: Блондло е бил специалист, физик-експериментатор, и на него е можел да се довери специалист от друга област на науката.

– **Вие споменахте, че съществува тясна връзка между положението на руската наука и наблюдаваната активност на лъженаучните учения. Може ли да се твърди, че „руската почва“ се оказва особено благоприятно за бурното развитие на тези идеи и концепции?**

Наистина, за нас най-важното е какво става сега в Русия.

Първо, неустроеният живот поражда неувереност в утрешния ден и стремеж за вяра в чудеса. От тук и вярата в астрологията, гаданията и пр. Така е било винаги при неустойчиви състояния на социалния живот. Например, когато в Двуречието в епохата на Вавилон възниква криза на онова общество (до голяма степен предизвикана от локална екологическа катастрофа), се разпространяват масови гадания, които станали признак на късновавилонската култура. В епохата на неустроеност винаги възниква очакване на чудо, което ще оправи всичко и спаси обществото. Това подклажда езотериката и мистиката.

Второ, трябва да се има предвид, че съвременните руски реформи разрушиха много от съществуващите преди това структури на познавателна дейност, в това число и научната познавателна дейност. Такива регулации съществуват винаги в обществото. В тоталитарното общество те бяха свързани с идеологичния контрол. В демократическото общество идеологичният контрол е премахнат, но това не означава ликвидиране на контрола въобще. Неизпълнението на норми и там не протичат незабелязано и винаги водят до санкции. При нас при постсъветския живот свободата се възприема като воля, а отслабването на нормите на социална регулация поражда многобройни рецидивни на безотговорно поведение.

В епохата на реформи беше в много отношения прекъсната системата на научна регулация и научна експертиза, каквата съществуваше в Съветския Съюз. А новата система засега е в стадий на изграждане. Неотдавна на заседание на Президиума на

Руската Академия на Науките академик Г. А. Месяц разказа, че Международната академия за информатизация е обявила конкурси за докторантури със специалности уфология и парапсихология. И в тази академия се издават дипломи за кандидати и доктори на науките... Всичко това открива шлюзовете за различни лъженаучни и антинаучни възгледи, които поради търсене на сензации се подхващат от средствата за масова информация и започват да ги пропагандират.

Как можем да се борим с лъженауката? Аз се солидаризирам с това което беше писал Холтън: откритото разобличаване на лъженауката в средствата за масова информация е важно. Но това не решава проблема. Той може да се реши с добре организираната система на образование. Ако пада интересът към науката, ако се размива системата на образование, основаваща се на научни знания, това ще бъде само в изгода на лъженаучните идеи.

Превод от руски: **Н. Ахабабян**
от сп. „Науковедение”, №1, 2000 г. Интервюто е взето от Н. Н. Семенова.

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

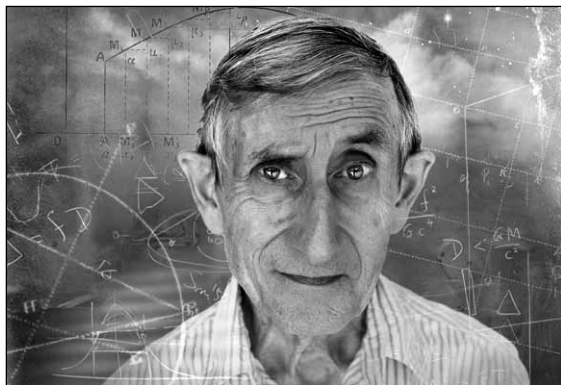
БАНКОВА СМЕТКА НА СФБ
BG82CREX92601013508300
BIC: CREXBGSF
ТОКУДА БАНК АД

Гостува ни „Литературен вестник“

В тези времена, когато чалгата и поредната силиконова Мадона са завладели вниманието на платежоспособната публика, добре е малкото останали любознателни читатели на „Светът на физиката“ – физици, математици, биолози и (даже!) литератори – да се почувстват като едно семейство, или поне да знаят повече един за друг. След съвместната публикация на „Светът на физиката“ (кн.4/2010) и „Литературен вестник“ (бр.1, януари 2011) на статията на акад. Ив. Тодоров „Математиката като метафора“, сега ние поместваме, с любезното съгласие на автора – поета Ани Илков, статията му „Дайсън, Вентър и Съселов“ (Литературен вестник, бр.17, май 2011), както и съпровождаща я статия на Фриймън Дайсън „Когато науката и поезията бяха приятели“. Защо не: поети да надничат в света на природните науки, а физици – в поезията. А искрени и добри думи за оплюваната напоследък от официални среди Българска Академия на Науките, съвсем не са излишни.

ДАЙСЪН, ВЕНТЪР И СЪСЕЛОВ

Преди време в кн. 2/2008 на списание „Факел“ бе публикуван един малко странен за литературно издание разговор. Шест разнovidни учени се събрали по линия на фондация „Едж“, за да разговарят на тема: „Животът – ама че идея!“ Това се случило някъде в Кънектикът, в понеделник на 27 август 2007 година. Трима от шестимата мога да свържат в нещо, което ще нарека „емергентен сюжет“.



Фриймън Дайсън

Първият от тези трима е Фрийман Дайсън. Първи по възраст и първият, комуто дават думата. Той разграфява биологическата еволюция на седем стадия. После казва, че ние се намираме на ръба между шестия и седмия стадий, където Дарвиновата еволюция на естествения подбор вече е приключила и ние еволюираме, обменяйки идеи вместо просто и само „да се въдим“. Биотехнологиите щели да последват по достъпност и разпространение компютърните технологии: „Работата се свежда до писането и четенето на ДНК. (...) Малко ДНК-четец и ДНК-писар в програмното оборудване на компютъра ви, и вместо с картинките от екрана ще играете игрички със семена и яйца.“

Втори взема думата Дж. Крейг Вентър. Той е практик – наричат го най-добрия картограф на човешкото тяло. Чрез частната си фирма „Селера“ пришпори декоди-

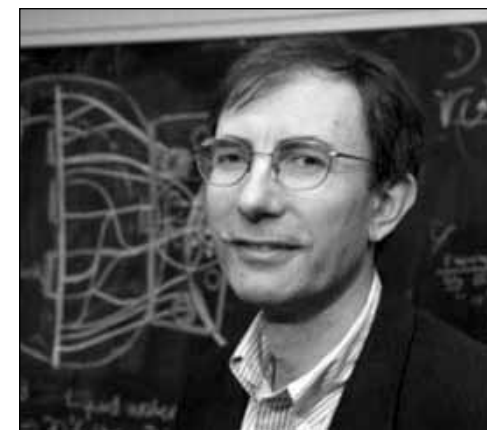
рането на човешкия геном, а накрая и публикува своя собствен (геном). Вентър е учен частник и респективен мултимиллионер. Той има яхта, с която обикаля световните води и събира гени. Дайсън ще, не ще, възхвалява това, което най-вече Вентър е направил и предстои да направи. Възхвалява, но и хуморизира по типичния за него английски начин. Дайсън е англичанин, който е работил почти само в Америка и то там, където са работили Айнщайн, Гьодел, фон Нойман, Паули, Херман Вейл... Е, хуморът му в статията, която е публикувана в днешния брой, отива малко на гърба на поетите, които щели били да изчезнат и да бъдат заменени с аграрни работници. На човек му иде да подхвърли, че ако това стане, България без да иска пак ще се озове в авангарда... Докато говори и отбива разнovidни атаки най-вече от завист, Вентър казва следното: „дигитализирам биологията“. И след това: „Ние решихме, че единственият път към решаване на проблема е, като създадем изкуствена хромозома. (...) Когато го решихме, разбрахме, че всъщност ще създаваме нов организъм или вид, който не е съществувал преди.“ На разговора в Кънектикът Вентър е по джапанки.

И третият е българин. Това е Димитър Съселов, той е и най-младият участник в разговора. Съселов е астроном, завършил е физика в Софийския университет, но е професор в Харвард и ръководи инициативата „Изворите на живота“. В тази група инициатива е включен и един Нобелов лауреат. По този начин Съселов се явява единственият българин, който е началник на Нобелов лауреат. Казвам това на шега, но разговорът на Съселов изведнъж става много жив, всички се емват да го разпитват, Дайсън му дава идеи, намесват се даже някои от журналистите (пешеснайсет парчета!), нарушавайки правилата и т. н. Идеята на Съселов е, че технонаучно вече е възможно да се търси живот на планети, подобни на земята, извън слънчевата система. В този жив разговор учените изведнъж заприличват на деца – и (извинявай, Дайсън!) на поети. Особено ентусиазиран е Вентър, като дори си признава, че мисли, че има живот на Марс.



Дж. Крейг Вентър

Димитър Съселов



Димитър Съселов

По това време (2007) той вече е секвенирал, декодирал или каквото там е направил с ДНК-то на някаква микроба и, както и в разговора обявява, е на път да създаде първата синтетична бактерия.

(Бактерия... може да бъде и име на крава. В моето детство тях вече ги осеменяваха изкуствено. Имаше осеменител, който се разкарваше из селата с една джипка с гюмове, пълни с бича сперма. Будеше ужас и смях... Бактерия, ела тук, Бактерия!...)

На 20 май 2010 Вентър прави изявление за пресата, че неговият екип е успял да химикализира (отпечатата) компютърно декодиран (написан) геном, да го вкара в конкретна бактерия и новият геном изгласкал стария, и бактерията се трансформирала от един вид в друг. Нейното име било JCVI 1.0. Чувствала се добре. За всички полово разколебани нека тук поясня: мъжът и жената не са различни видове! На следващия ден излезе и знаменитата публикация в Science Express. Прегледах я веднага, защото беше общодостъпна. Естествено, нищо не разбрах, освен че е подписана с имената на 46 души. Работа на лингвиста е да каже, но ми се струва, че това бяха имена на хора от цял свят. Имената на целия свят.

И какво, какво?

През септември 2010, воден от Съселов, Вентър се появи в София и чете лекция в голямата зала на БАН. Той дошъл с яхтата си в пристанището на Бургас, докато събирал генетичен материал от водата, а оттам го докарвали с кола до София. Беше с бяла риза, черен костюм и с обувки. Залата беше препълнена. Направи ми впечатление, че има много млади хора, някои – буквално деца. После разбрах, че тия деца били от Природо-математическата гимназия в София. Казвам си сега, своите се разбраха със своя, защото младите хора му задаваха въпроси и Вентър им отговаряше с очевидно радушие. Той не разбра обаче въпроса на Благовест Сендов и с полуприкрито отегчение отговори на дежурния въпрос на дежурния глупак, който го попита играе ли си на господ. Имало вечеря след това. И той си заминал.

За да приключа нека добавя:

Публикацията във „Факел“ е от 2008 година. Ще рече, синтетичната бактерия JCVI 1.0 още не е създадена. Но в оня важен момент от разговора, където Вентър казва: „Ние решихме, че единственият път към решаване на проблема е, като създадем синтетична хромозома...“, редакторката на публикацията Рада Мутафчиева слага краесловна бележка, в която пише буквално: „Този подход напомня написаното от физика Ричард Файнман (Нобелов лауреат за 1965 г.) върху черната дъска в навечерието на смъртта му през 1988 г.: „Което не мога да създам, не го разбирам“.

И сега: в публикация на списание „Форбс“ от 14 март 2011 г. се пояснява, че Вентър бил допуснал печатна грешка в неговата синтетична бактерия. Излиза, че освен че й дали външно име, тия свидливи биотехници били вложили в микробата си и четири „водни знака“, за да не им я крадат. Един от тия водни знаци особено ни ангажира. Той съдържа три цитата. Първият от „Портрет на художника като млад“ на Джойс, другият е от Файнман и третият не е интересен. Вие се досещате, че цитатът от Файнман е същото това изречение, което Рада Мутафчиева дава в краесловната си

бележка още две години преди това, преди създаването на синтетичната бактерия тоест. Ама как стават тия работи, каква е тази мистична антиципация?... Тайна телепатия, синхронистични ефекти и животински магнетизъм. Пу, пу, пу!...

А на всичкото отгоре, за разлика от Рада Мутафчиева, Вентър и неговите хора първо, събрали цитата от Файнман, и второ, не били взели разрешение от фондацията, която държи авторските права върху Джойс и онези се заканвали да ги съдят.

Това е.

Следете Дайсън, Вентър, Съселов. Четете Дамазио, Даймънд, Рамачандран, Вилчек, Гопник, Клей Шърки, Кевин Кели, Курцвайл, Маргюлис, Пинкър, Стюард Бранд, Карл Уози. Четете господата, когото те четат.

Ани Илков

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

КОГАТО НАУКАТА И ПОЕЗИЯТА БЯХА ПРИЯТЕЛИ

Фриймън Дайсън

Епохата на чудото – това е периодът от шестдесет години между 1770 и 1830 г., обикновено наричан Епоха на Романтизма. Често е определяна и директно като епоха на поезията. Като всеки английски ученик от моето поколение и аз знаех, че Епохата на Романтизма се слави с трима големи поети – Блейк, Уърдсуърт и Колридж, в началото ѝ, и с трима още по-големи поети – Шели, Кийтс и Байрон, в края ѝ. И че по отношение на стила тази епоха рязко се различава от Класицизма преди нея (Драйдън и Поуп) и Викторианската епоха след нея (Тенисън и Браунинг). Обръщайки се към природата, Блейк вижда образа на дивостта:

*Тигре, тигре, плам искрящ
във горите на нощта,
смъртен ли черта с десница
твоята страшна симетричност?¹*

*Байрон вижда образа на мрака:
Угаснало бе слънцето и ляпо
из непрогледното небе звездите
витаеха; смразената Земя
се носеше в безлунното пространство...²*

През същия период работят и други големи поети романтици в други страни, Гьоте и Шилер в Германия или Пушкин в Русия, но Ричард Холмс пише само за локалната сцена в Англия.

¹ Превод Теменуга Маринова – Електронно списание LiterNet, 25.10.2010, № 10 (131), <http://litenet.bg/publish24/william-blake/tigryt.htm>.

Оригиналът:
Tyger, tyger, burning bright,
In the forests of the night;
What immortal hand or eye,
Could frame thy fearful symmetry?

² Превод Любен Любенов – Джордж Байрон, „Слънце на безсънните”, 1989.

Оригиналът:
The bright sun was extinguish'd, and the stars
Did wander darkling in the eternal space,
Rayless, and pathless, and the icy earth
Swung blind and blackening in the moonless air....

Холмс е известен като биограф. Има издадени биографии на Колридж, Шели и други литературни колоси. Но тази книга е преди всичко свързана с учените, не с поетите. Главните герои в повествованието са ботаникът Джоузеф Банкс, химиците Хъмфри Дейви и Майкъл Фарадей, астрономите Уилям Хершел, сестра му Каролин и сина му Джон, медиците Еразъм Дарвин и Уилям Лоурънс, и пътешествениците Джеймс Кук и Мънго Парк. Учените от тази епоха са толкова романтици, колкото и поетите. Научните открития са толкова неочаквани и опияняващи, колкото стихотворенията. Много от поетите са силно привлечени от науката, както и много от учените – от поезията.

Учените и поетите принадлежат към една култура и в много случаи са лични приятели. Еразъм Дарвин, дядо на Чарлз Дарвин и прародител на много от идеите на Чарлз, публикува своите размишления за еволюцията през 1791 г. в поема, дълга колкото цяла книга, „Ботаническата градина”. Хъмфри Дейви пише поезия през целия си живот и публикува голяма част от нея. Дейви е бил близък приятел на Колридж, Шели – близък приятел на Лоурънс. Безграничното разточителство на природата вдъхновява учените и поетите с едно и също усещане за чудо. „Епохата на чудото” е научнопопулярна история от най-добра проба, колоритна, четивна и добре документирана. Подзаглавието, „Как поколението на романтиците открива красотата и ужаса на науката”, точно описва какво се е случило.

Холмс представя драмата в десет сцени, всяка доминирана от един или двама от водещите персонажи. Първата сцена принадлежи на Джоузеф Банкс, който отплава с капитан Джеймс Кук на борда на кораба „Индевър”. Това е първото пътешествие на Кук около света. Една от целите на експедицията е да наблюдава преминаването на Венера през диска на Слънцето, на 3 юни 1769 г., от остров Таити в южната част на Тихия океан. Следенето на това преминаване от позиция в Южното полукълбо, в съчетание с подобни наблюдения, направени от Европа, ще даде на астрономите по-точни данни за разстоянието от Земята до Слънцето. Банкс официално е главен ботаник на експедицията, но бързо интересът му се прехвърля върху жителите на острова, а растенията остават на заден план. Корабът остава на Таити три месеца, а той прекарва на брега по-голямата част от времето, включително и нощите. Нощем едва ли е наблюдавал някакви растения.

Състоятелен млад мъж, свикнал с аристократични привилегии в Англия, Банкс бързо се сприятелява с кралицата на Таити Оборея, която нарежда на една от личните си служителки, Отеотея, да се грижи за него. С помощта на Отеотея и други добри приятели, той постига прилично ниво на владение на таитянския език и обичаи. Дневникът му съдържа речник на таитянските думи и подробни описания на хората, с които е успял да се запознае. Когато идва моментът да подготви астрономическите си прибори за наблюдението на преминаването на Венера, той си прави труда да обясни на своите приятели от Таити какво ще се случи пред очите им. „Че ще гледаме как планетата преминава върху слънцето и да разберат, че сме дошли нарочно, за да извършим това наблюдение.”

По време на дългите месеци в морето след напускането на Таити Банкс преписва дневника си в един официален разказ, „За нравите и обичаите на островите в Южните

морета”, един от основополагащите документи на науката антропология. В по-малко официално есе, написано след завръщането си в Англия, той пише:

На остров Отакейте, където любовта е основното занимание, любим, дори единствен лукс за жителите, както телата, така и душите на жените са моделирани в най-голямо съвършенство за целите на тази нежна наука.

Таити, който той описва като същински рай на земята, все още не е опустошен от европейската алчност и европейските болести, двадесет години преди да го посетят Уилям Блай и бунтовниците на кораба „Баунти”, шестдесет и шест години преди посещението на Чарлз Дарвин и „Бигъл”.

След като проучва Южните морета, Кук отплава към източното крайбрежие на Австралия и пуска котва в Ботаническият залив. Банкс не успява да установи контакт с австралийските аборигени и се връща в ролята си на ботаник, донасяйки със себе си обратно в Англия съкровище от екзотични растения, много от които днес носят неговото име. След завръщането си в Англия, установява, че заедно с капитан Кук са станали национални герои. Поканен е на среща с крал Джордж III, който тогава е млад, със здрав дух и на всичкото отгоре споделя неговата страст към ботаниката. Това е началото на едно доживотно приятелство с краля, който активно подкрепя създаването на Националната ботаническа градина в Кю, иницирано от Банкс.

Банкс става председател на Кралското дружество през 1778 г. и го оглавява цели четиридесет и две години, с което официално ръководи британската наука за повече от половината от Епохата на чудото. Ръководи я с лека ръка и не се опитва да превърне Кралското дружество в професионална организация, като академиите на науките в Париж и Берлин. Той вярва, че науката се прави най-добре от аматьори като него самия. Ако известна финансова подкрепа е необходима за занимаващите се с наука без лични финансови източници, тя може най-добре да се получи от аристократични покровители.

Един от онези, на които Банкс посредничи да намерят подкрепа е Уилям Хершел, най-великият астроном на века. Хершел е родом от Ханوفر, а на седемнадесет е мобилизиран да се бие за родината в Седемгодишната война срещу французите. След като оцелява в една битка, която Ханوفر губи, той успява да избяга в Англия, за да започне нов живот като професионален музикант. Започва като безпаричен бежанец, но мълниеносно прави кариера в английския музикален свят. Още ненавършил трийсет вече е капелмайстор на оркестъра в Бат, курорта, в който силните на деня ходели, за да ползват минералната вода и да слушат концерти. Остава в Бат шестнадесет години, като работи за въздигането на музикалния живот на града през деня и наблюдава небето през нощта. Като астроном е пълен аматьор, самоук и без никакво заплащане.

В началото, когато Хершел започва да наблюдава небесните тела, той е убеден, че те са населени от интелигентни извънземни. Кръглите обекти, които вижда върху Луната, той приема за градове, които лунните жители са построили. През целия си живот продължава да публикува дивашки хипотези, много от които по-късно се оказват верни. Той има две големи предимства като наблюдател. Първо, сам създава собствени инструменти и с ръцете си на музикант прави изящно изработени огледала,

които дават по-резки образи, отколкото всеки друг телескоп, съществуващ по това време. На второ място, той извиква от Ханوفر при себе си за помощник малката си сестра Каролин, а тя се превръща в експерт астроном с много независими от него свои открития. Неговият живот като аматьор приключва през 1781 г., когато с помощта на Каролин открива планетата Уран.

Веднага щом Банкс чува за откритието, кани Хершел на вечеря, представя го на краля и му урежда да бъде назначен за личен кралски астроном с годишна заплата от 200 лири, като по-късно към това се прибавя и отделна заплата от 50 лири годишно за Каролин. Музикалната кариера на Хершел приключва, той прекарва остатъка от живота си като професионален астроном. Сдобива се с кралска субсидия за строежа на по-големи телескопи и се залавя със систематично изследване на всяка звезда и всеки неизяснен обект в небето, насочвайки изследванията си все по-навън, към все по-неясни и далечни обекти от наблюдаваните от който и да било астроном преди него.

Хершел разбира, че когато гледа към отдалечени обекти, навлиза дълбоко не само в космоса, но и дълбоко във времето. Той правилно идентифицира много от мъглявините като външни галактики, подобни на нашата собствена, Млечния път, и изчислява, че това, което вижда, са обекти, съществували най-малко преди 2 милиона години. Той показва, че Вселената е не само изключително голяма, но изключително стара. Публикува трудове, с които се отдалечава от стария Аристотелов възглед за небето като статична зона на вечен мир и хармония и върви към съвременните представи за Вселената като динамично развиваща се система. Пише за „постепенния разпад на Млечния път”, който ще осигури „нещо като хронометър, който да се използва за измерване както на времето на неговото минало, така и на бъдещото му съществуване”. Тази идея за галактическият хронометър е началото на нова наука – космологията.

От сметките на Холмс излиза, че всички водещи учени на Романтическата епоха, като Банкс и Хершел, започват живота си като блестящи, нестандартни и лековерни аматьори с приключенски дух. Те правят груби грешки в науката и литературата, преследвайки идеи, които често са абсурдни. Превръщат се в трезви професионалисти едва след като успехът ги застига. Друг пример е Хъмфри Дейви, който първоначално възнамерява да бъде лекар и работи, като част от медицинското си обучение, като асистент в белодробния институт в Бристол. Белодробният институт е клиника, където пациентите са лекувани за заболявания от всякакъв вид с помощта на инхалации с газове. Сред газовете, използвани за тези инхалации, е азотният оксид. Дейви ентусиазирано експериментира с диазотен оксид³, използвайки за опитни зайчета себе си и своите приятели, включително и Колридж. След една от тези сесии, той пише:

Не съм усещал по-висока степен на удоволствие от дишането на азотен оксид – сравнено с усещанията, предизвикани от всякакви други причини – целият бях про-

³ Популярното му название, за което Дейви и Колридж също носят вина, е „райски газ“. Диазотният оксид (N₂O) се получава при загряване на амониев нитрат. При вдишване предизвиква чувство за еуфория. Използва се в хирургията и зъболечението заради своя анестетичен и аналгетичен ефект, а заради еуфоричните си свойства се използва от някои хора като наркотик.

низан от извънмерна наслада и си казах, че съм роден, за да даря света с резултатите от огромния си талант.

Дейви е толкова популярен в Бристол, че на двадесет и три е поканен да стане асистент преподавател по химия в Кралския институт в Лондон. Кралският институт е новоучредено дружество, което организира „редовни курсове с философски лекции и експерименти“ за моднеещите лондонски слушатели. За да смае и образова обществеността чрез експериментални демонстрации, преподавателят е снабден с лаборатория, в която би могъл да прави и реални изследвания.

Дейви незабавно прехвърля изследователската си активност от физиологията към химията. Той става първият електрохимик, който, използвайки огромна електрическа батерия, разлага химически съединения на съставките им и така открива елементите натрий и калий. По-късно изобретява и безопасната лампа на Дейви, която дава възможност на миньорите да работят под земята, без да отиват по дяволите при метанови експлозии. Лампата го прави още по-известен. Колридж го кани на север, за да създаде химическа лаборатория в Лейк Дистрикт, където живеят Колридж и Уърдсуърт. В писмото си Колридж е близо до еуфорията: „Ще атакувам химията като акула“. Дейви мъдро си остава в Лондон, където наследява Банкс като председател на Кралското дружество и главатар на британската наука. Поетът Байрон му посвещава няколко стиха в романа си „Дон Жуан“:

*Векът ни има толкова открити
похвати за убийство на плътта
и за спасението на душите;
днес с лампата на Дейви по света,
копаят възлища във дълбините;
до полюсите стигат с лекота –
туй по-добро е от войната мерзка,
от Ватерло с оная битка зверска.⁴*

⁴ Превод Любен Любенов – Джордж Байрон, „Дон Жуан“, С., „Народна култура“, 1986, с.65 (Първа песен, 132 станца). В оригинала освен до полюсите се говори като за подвиг и за пътешествието до Тимбукту, Дейви е с първото си име и дори титлата си, а съмнението в ползата от откритията на науката, които уж са противопоставени на войната (с Наполеон) се вижда от един стих, който тук е прескочен и в който след споменаването на сър Хъмфри Дейви и откритието му следва, „както той предполагаше – винаги в полза на човечеството“. Ето и оригинала:

This is the patent-age of new inventions
For killing bodies, and for saving souls,
All propagated with the best intentions;
Sir Humphrey Davy's lantern, by which coals
Are safely mined for in the mode he mentions,
Timbuktoo travels, voyages to the Poles,
Are always to benefit mankind, as true,
Perhaps, as shooting them at Waterloo.

Въпросът, който Байрон повдига – дали научните постижения и изобретения наистина носят полза на хората, получава драматичен негативен отговор от Виктор Франкенщайн, едно от най-трайните творения на Епохата на чудото. Мери Шели, съпруга на поета, е на деветнадесет през 1817 г., когато написва романа си „Франкенщайн, или Новият Прометей“. През същата година нейният съпруг често посещава лекаря Уилям Лоурънс – и като пациент, и като близък приятел. Лоурънс написва една научно-популярна книга – „Лекции върху естествената история на човека“, научен опит върху човешката анатомия и физиология, основаващ се на последните открития на хирурзите в дисекционните зали. Лоурънс яростно атакува учението на витализма, което тогава е на мода. Според виталистите съществува „жизнена сила“, която задвижва живите същества и ги прави коренно различни от мъртвата материя. Лоурънс е материалист и не вярва в никаква подобна сила. Холмс обсъжда дали идеята на Мери за нейния роман не е продукт на интелектуалната битка между виталисти и материалисти, или дори от конкретните опити на известните шарлатани Алдини в Англия и Ритер в Германия да съживяват мъртви животни с електрически ток. При една от демонстрациите си Алдини публично се опитва да съживи трупа на убиец.

Романът разказва как доктор Франкенщайн създава чудовището си тихо, на светлината на свещници, като използва фини хирургически инструменти за дисекция, а след това представя чудовището като реторически обигран философ, който оплаква самотата си със затрогващо поетичен език. Шест години по-късно романът е префасониран на пиеса – „Дързост, или съдбата на Франкенщайн“, която постига триумф в Лондон, Бристол, Париж и Ню Йорк. Пиесата преобръща интелектуалната драма на Мери Шели с главата надолу. Тя се превръща в комбинация от хорър стори с черна комедия, и това е формата, с която остава нататък, на сцена и в киното. В пиесата чудовището е създадено като резултат от токов удар в мъртво тяло с искра от огромна електрическа бобина, а творението изплува пред нас като няма и несполучлива карикатура на човек, олицетворение на брутална зла воля. И тогава идва изненадата. Мери Шели отива да види постановката и се влюбва в нея. Тя пише в писмо до свой приятел:

Ето и ето! Станах известна!... Г-н Кук изигра сцените на „празното“ същество изключително добре... всичко, което представи, беше с въображение и блестящо изпълнено... публиката остана без дъх от възлнение... При първите сцени всички дами припаднаха, а после дойдоха викове на възторг!

Тя нарича чудовището „празно“, защото мястото за името му е оставено празно в програмите, раздавани в театъра. Тя е прелъстена от магията на шоу бизнеса през 1823 г., точно както са изкушени от магията на шоу бизнеса младите писатели днес.

През 1831 г. Мери Шели пише предговор за новото издание на романа. В предговора описва спомените си за раждането на своя шедьовър четиринадесет години по-рано:

Видях блед ученик на нечестивите изкуства да коленичи край Нещото, което беше поставил до себе си. Видях прострян отвратителния фантазъм на един човек, а след това, при работата над някакъв мощен двигател, го видях да показва признаци на живот и да помръдва в несигурно, полужизнено движение. Трябваше да е ужасяващ, във висша

степен ужасяващ ефектът от всяко човешко усилие да бъде измамен изумителният механизъм на Създателя на света.

Нейните спомени са свързани по-скоро с пиесата, отколкото с романа. В първоначалната концепция на Мери чудовището е способно на безкористна любов и може да бъде щастливо, но се обръща към злото едва когато Франкенщайн отказва да му създаде партньорка, с която да се обичат и да се грижат един за друг. Но на сцената и винаги след това то се превръща в чисто зло, пълна катастрофа. Науката става не само морално двусмислена, а направо агент на смъртта.

Епохата на чудото според Холмс завършва с първата среща на Британската асоциация за напредък на науката в Йорк през 1831 г. Междувременно тримата колоси, Джоузеф Банкс, Уилям Хершел и Хъмфри Дейви, остаряват, изнемошават и в крайна сметка умират. Тримата млади лидери, които заемат местата им, са математикът Чарлз Бабидж, астрономът Джон Хершел и физикът Дейвид Брюстър. Бабидж повежда атаката срещу стария режим през 1830 г. с книгата си „Размисли върху упадък на науките в Англия”. Той атакува сановниците на Кралското дружество в Лондон като група лениви и некомпетентни сноби, без всякакъв контакт с модерния свят на науката и промишлеността. Професионалните учени от Франция и Германия са оставили английските аматьори далеч зад гърба си. Англия се нуждае от нова организация на учените, стъпила върху въздигащите се индустриални градове на север, а не върху Лондон. Организация, управлявана от активни професионалисти, а не от джентълмени аматьори. Британската асоциация за напредък на науката е създадена според спецификациите на Бабидж, с годишни конференции, провеждани в различни провинциални градове и никога в Лондон. Членската ѝ маса бързо нараства. На третата конференция в Кеймбридж през 1833 г., думата „учен” е използван за пръв път вместо „натурфилософ”, да се наблегне на скъсването с миналото. Виктория все още не е кралица, но Викторианската епоха е започнала.

Историята на Холмс за Епохата на чудото повдига интересен въпрос относно нашата съвременна епоха. Възможно ли е да навлизаме в нова романтическа епоха, простираща се над първата половина на двадесет и първи век, със съвременните технологични милиардери, които днес играят роля, подобна на онази на просветените аристократи от осемнадесети век? Твърде рано е все още да се отговори на този въпрос, но не е твърде рано да се започне проверка на доказателствата. Доказателство за една нова епоха на чудото може да бъде връщането на махалото в културата на науката – от организации към личности, от професионалисти към аматьори, от изследователски програми към произведения на изкуството.

Ако новата романтическа епоха е реална, тя ще бъде центрирана в биологията и компютрите, както старата е била съсредоточена в химията и поезията. Кандидати за лидерството на съвременната Романтическа епоха са биолозите магьосници Кери Мълис, Дийн Кеймън и Крейг Вентър, и компютърните магьосници Лари Пейдж, Сергей Брин и Чарлз Симони. Крейг Вентър е предприемач, който научи света как да разчита бързо геномите; Кери Мълис е сърфист, който научи света как да мултипли-

цира бързо геномите, Дийн Кеймън е медицински инженер, който научи света как да прави изкуствени ръце, които наистина функционират пълноценно.

Всяко постижение на пионерите на съвременната наука резонира с някакво ехо от миналото. Вентър плава по целия свят на борда на яхтата си, за да събира геномите на микроби в океана и да търси общата им генетична последователност, като Банкс, който плава по целия свят, за да събира на растения. Мълис изобретява полимеразната верижна реакция, която позволява на биолозите да размножават една молекула на ДНК в цяла кофа от идентични молекули в рамките на няколко часа, а след това прекарва голяма част от времето си в сърф по плажовете на Калифорния, като Дейви, който изобретява миньорската лампа, след което прекарва голяма част от времето си в риболов с блесна по реките на Шотландия.

Дийн Кеймън изгражда връзки между живите човешки мозъци и механичните пръсти и палци, като Виктор Франкенщайн, който пришива мъртъв мозък към ръце и ги събужда за живот. Пейдж и Брин изграждат гигантската търсачка Google, която достига до най-далечните граници на човешкото познание, като Уилям Хершел, който построява гигантски четиридесетфутов телескоп, за да се достигне до границите на Вселената. Симони е главният архитект на софтуерните системи за Microsoft и по-късно лети два пъти като космонавт на Международната космическа станция, като храбрите въздухоплаватели Бланшар и Джефри, които извършват първото пътуване по въздух от Англия до Франция с балон през 1795 г.

Съществуват значителни разлики между нашата съвременност и Епохата на чудото. Сега разполагаме с постоянна армия от хиляди и хиляди професионални учени. Тогава сме имали само една шепа. Сега науката се е превърнала в организирана професионална дейност с големи бюджети и големи ведомости за заплати. Тогава науката е смес от частни хобита и обществени развлечения. Независимо от различията, има много прилики. Холмс отбелязва, че през 1812 г. „Преносими химически сандъчета” започват да се продават на „Пикадили”, на цена между шест и двадесет гвинеи. Съдържаха оборудване и реактиви за сериозни любители химици.

Тяхното съществуване доказва, че някои от модерните дами и господа, които се тълпят на публичните лекции на Дейви в Кралския институт, или сами извършват истински химически експерименти в домовете си, или насърчават децата си да правят такива експерименти. Миналата година получих като коледен подарък „Преносимо геномно сандъче”, компактдиск, съдържащ най-същественото количество информация за моя геном. Моите деца и внуци, и нашите съпрузи, също получиха своите компакт дискове. Сравнявайки нашите геноми, можем да измерим количествено колко всяко внуце е наследило от всяка баба или дядо.

Дисковете ни говорят на местата, където нашата лична ДНК се различава от стандартния човешки геном с една буква в генетичния код. Други по-сложни различия, като например изтриване или повторения на серия от букви, не са включени. Дисковете се произвеждат и се продават от една компания, наречена 23andMe, двадесет и три е броят на хромозомите в човешката клетка зародиш. Основателят на компанията е Ан Войчицки, съпругата на Сергей Брин.

Езикът на генома е все още неразчетен надпис, като линейното писмо Б, открито на древни глинени таблички в Крит. Професионалните археолози и лингвистите вече петдесет години се издънват в разчитането на линейно писмо Б. Амазьорът Майкъл Вентрис успява там, където експертите се провалят – той доказва, че линейно писмо Б е пред-Омирова форма на гръцкия език. Аз със сигурност не съм Вентрис. Не мога да разчета собствения си геном, нито да извлека от него полезна информация за моята анатомия и физиология. Но мисля, че е повод за празненство, че личната генетична информация сега широко се разпространява на цена, която обикновените граждани могат да си позволят. Не след дълго пълните човешки геноми ще бъдат широко достъпни. Тогава ще видим дали професионалните експерти ще спечелят състезанието за разбиране на фината архитектура на генома, или пък някой нов Вентрис ще ги бие в собствената им игра.

Важна стъпка към разбирането на генома е последната работа на Дейвид Хауслър и колегите му от университета на Калифорния в Санта Круз, публикувана в електронното издание на списание „Нейчър“, от 16 август 2006 г. Хауслър е професионален компютърен експерт, пренасочил своя интерес към биологията. Той никога не е правил дисекция на труп на мишка или човек. Инструментът за експериментите му е един обикновен компютър, който той и неговите ученици използват, за да правят точни сравнения на геномите на различни животински видове. Те открили малък участък от ДНК в генома на гръбначните, който е стриктно съхранен в геномите на пилета, мишки, плъхове и шимпанзета, но е силно модифициран при хората. Участъкът е наречен HAR1, съкратено от Human Accelerated Region 1. Той еволюира с усилие за около 300 милиона години от общия прародител на пилетата и мишките до общия прародител на шимпанзетата и хората, след което бързо, за някакви си 6 милиона години, еволюира от общия прародител на шимпанзетата и хората до съвременните хора.

През последните шест милиона години са извършени осемнадесет промени в този участък на човешкия ембрион. Някои основни реорганизации трябва да са се случили в програмата за развитие на ембриона, на която този участък помага да бъде управлявана. Вече е известен и друг ключов факт за HAR1. Той става активен при развитието на кората на мозъка на ембриона по време на второто тримесечие от бременността на майката, в момента, в който се изгражда детайлната структура на мозъка. Екипът на Хауслър констатира друг подобен участък на ДНК в генома на гръбначните, който е наричан HAR2. Той е активен при развитието на китката на ръката на човешките ембриони. Мозъкът и ръката са двата органа, които най-рязко разграничават хората от техните гръбначни братовчеди.

Откриването на HAR1 и HAR2 е може би събитие от първостепенното значение, сравнимо с откриването на ядрото на атома от Ърнест Ръдърфорд през 1909 г. или на откриването на двойната спирала в ядрото на клетката от Франсис Крик и Джеймс Уотсън през 1953 г. Той отваря вратата за нова наука, изследването на човешката природа на молекулярно ниво. За добро или лошо тази нова наука ще промени коренно възможните приложения на експерименталната биология. Той може да ни даде ключа към контрола над еволюцията на нашия вид.

Една особеност на Епохата на чудото със сигурност отсъства в новия век. Поезията, доминиращата форма на изкуство в много човешки култури от Омир до Байрон, вече не доминира. Нито един съвременен поет няма величавия статут на Колридж и Шели. Поезията отчасти е изместена в популярната култура от графичните изкуства. Миналата година взех участие във „Фестивал на математиката“, организиран в Рим от Пиерджорджо Одифредо, математически ипресарио в унисон с новото време. Одифредо наема най-голямата аудитория в Рим, останала от Олимпийските игри през 1960 г., и в продължение на три дни успява да запълни всяка седалка с млади хора, чествачи математиката. Как го постига? Чрез смесването на математиката с изкуството. Сред поканените гении са били художникът Мориц Ешер и математикът Беноа Манделброт, които заедно със свои последователи показвали нови произведения на изкуството, създадени от хора и компютри. Гостувал е и Джон Наш, наслаждаващ се на обичта на студентите, след като филмът „Красив ум“ го направил международна звезда. Имало и изпълнение на жонгльор, който се правил на професор по математика. Той стоял на сцената, едновременно жонглирайки с пет топки във въздуха и доказвайки елегантно теореми за комбинаториката на жонглиране. Неговите теореми обяснявали защо сериозните жонгльори винаги жонглират с нечетен брой топки, обикновено пет или седем, а не с четири или шест.

Ако доминиращата наука в новата Епоха на чудото е биологията, тогава доминиращата форма на изкуство трябва да бъде дизайнът на геномите при създаване на ново разнообразие от растения и животни. Тази форма на изкуство, която творчески използва новата биотехнология за повишаване на древните умения за разплождане на растения и животни, все още сама се бори за официалното си раждане. Тя трябва да се бори както с културните бариери, така и с техническите трудности, срещу мита за Франкенщайн, както и срещу реалността на генетичните дефекти и деформации.

Ако тази мечта се сбъдне, а новият вид изкуство триумфира, ще дойде и ново поколение художници, които ще изписват геномните редове с такава лекота, с каквато Блейк и Байрон пишат стихове, а може би ще се стигне и до изобилие от нови цветя, овощни дървета и птици, които ще обогатят екологията на нашата планета. Повечето от тези художници ще бъдат аматьори, но в тясна връзка с науката, като поетите от старата Епоха на чудото. Новата епоха на чудото би обединила богатите предприемачи като Вентър и Кеймън, академичните професионалисти като Хауслър, и световната общност на градинари, фермери и животновъди, които да работят заедно, за да направят планетата красива и плодородна, гостоприемна, както за колибритата, така и за хората.

Превод от английски: Йордан Ефтимов

Текстът е рецензия за книгата „The Age of Wonder: How the Romantic Generation Discovered the Beauty and Terror of Science“ на Ричард Холмс и е публикуван в „The New York Review of Books“, броя от 13 август 2009 г.

ИЗГРАЖДАНЕ НА БЪДЕЩИТЕ СТОЛИЦИ НА ЗНАНИЕТО

Адриен Ж. Бърк

Градовете по цял свят са в надпревара да се превърнат в центрове на научна и технологична експертност. Тук се изразява възглед как се замисля да се достигне тази цел, вкл. с помощ от Нюйоркската академия на науките.

Ако изброите днес световните универсални разсадници на знание, Мексико Сити не би бил между тях. Несъмнено, градът стана известен през 80-те години като международен център на финансови услуги. Той дълго е разглеждан и като производствен център. Но ако кметът Марчело Ебрард Казаубон има шанс, този образ скоро ще се измени. Столицата на Мексико ще стане известна не само като столица на знанието на Латинска Америка, но ще бъде в близко бъдеще уважавана и като световен център на научно и технологично майсторство.

Ебрард, който зае длъжността преди две години и неотдавна бе включен в президентския съвет на Нюйоркската академия на науките (NYAS), възнамерява да използва основаните на “старата икономика” индустрии за така наречената “икономика на знанието” чрез инкубиране на научно-технологични групи (кластери) в разрастващия се град.

Ебрард е упълномощил новия Институт за наука и технология да стимулира сътрудничеството между Академията и индустрията. Той е основал държавно-субсидирана компания Capital En Crecimiento (град в растеж), за да поддържа технологичната инфраструктура и да подобрява квалификацията на 22-та милиона жители на града. И той използва Щатската RAND-Корпорейшън, за да определи възможностите на Мексико Сити в развитието на науката и технологиите.

Ебрард влиза в многогодишно сътрудничество с Академията, първият продукт от което беше седмичната иновационна конференция през септември, организирана от NYAS и местни служебни лица (повече за помощта на NYAS: виж в приложението). Джордж де лос Сантос, член на NYAS и бивш директор на бизнес-развитието и технологичния трансфер в Колумбийския университет, когото Ебрард привлече за задвижване на Capital En Crecimiento, казва, че вижда Академията като неутрално тяло, което може да подпомогне кмета “да има специален сектор, работещ с университетите в обща стратегия и визия”. Той добавя, че кметският състав “работи, за да създаде център на знанието, защото нашият град се нуждае да бъде добър с нещо, което е високо ценено от обслужващата икономика”.

“Основаната на знанието икономика ще даде нови възможности на хората” казва Ебрард. “Хората, произвеждащи и консумиращи знание, и хората, създаващи и изпълняващи технологията, ще усилят ценността на икономиката на Мексико Сити”.

Създаване на икономика на знанието

Много икономисти споделят Ебрардовото очакване за бъдеще, в което научната смелост е ключ към състоянието на свръхсила или поне на суперград. Предисторията се корени в световната тенденция на урбанистичните области по света да разгръщат капацитет за съревноваване за неофициалната титла „световна столица на знанието”. Лидери на Китай, Индия и Обединените арабски емирства са между тези, които вярват, че икономическата жизненост през 21 век зависи от способността да се генерират и създават научни решения на проблеми като промените в климата, енергията, здравеопазването, жилищното строителство и транспорта.

Хуан Енрикес, автор на книгата “Как бъдещето Ви улавя: как геномиката и други сили са изменили Вашия живот, работа, здраве и богатство” (2001 г.), съветва дузина национални управления по научно-технологична икономика. Той описва световно движение за изява в научната иновация. „Ще има сигурно надбягване да бъдеш столица на идеи, да се получат най-добрите предприемачи и най-компетентните хора”, казва Енрикес.

„В миналото имаше съревноваване за суровини, след това за пари и ресурси”, казва Де лос Сантос от Мексико Сити. „Сега съревнованието е за човешките умове. Всички градове опитват да привлекат най-добрите и най-ярките в света”. По същия начин Щатските научно-технологични гнезда като Бостън и Сан Франциско са привлекли остри умове от околния свят през миналите десетилетия; върхови таланти от САЩ и от всякъде ще мигрират към градовете, които се изявяват като лидери на икономиката на знанието”, предсказват той и други.

Идеята как да се създава икономика на знанието прониква поне от 1969 г., когато менажерският гуру Петер Друкер използва фразата в своята книга Ерата на скоковете: ръководство за промяна на обществото. Идеята сега е достатъчно широко разпространена, за да влезе в Wikipedia. Приносителите дефинират икономиката на знанието като “строго интердисциплинна, включваща икономисти, компютърни учени, софтуерни инженери, математици, химици, физици, науковеди, психолози и социолози”. Служителите на науката, казват те, “работят със своите глави, а не ръце, и произвеждат идеи, знание и информация”.

“Клъстер” (група, куп) е понятие, популяризирано от професора в Харвардската бизнес школа Майкъл Портър в неговата книга Конкурентното предимство на нациите (1990 г.). То е в сърцето на икономиката на знанието. Съгласно теорията за клъстерите, независимо дали са бизнес групи, индустриални групи, или научни групи, когато информацията плува свободно между акционерите, търсещи решения в същия сектор в дадена географска област, иновацията идва скоро. Инвеститори и таланти се придвижват към областта и икономиката процъфтява.

Как да се направи клъстер

Силиконовата долина, където индустрията възникна неочаквано около изследователски университет, примамва инициативен (venture) капитал и разрасна буйно, щом

предприемачите наводних областта. Тя е всепризната като модел на кластери. Но техническите корени в Силиконовата долина могат да се търсят към 1956 г. с избора на изобретателя Уилям Шокли да разположи своята полупроводникова компания близо до болната си майка. Клъстерите, появяващи се по света днес, имат предварително обмислен план. Във виждането на президента на Нюйоркския университет и председател на борда на NYAS Джон Секстън малко американски градове днес се стремят към икономика на знанието с “целеустремеността” на места като Мексико Сити.

Експертите изброяват няколко черти, решаващи за успеха на икономика на знанието: правителствени гаранции; основна опора в изследователските университети; критична маса от умели служители; технологична инфраструктура; бизнес-, трудова и индустриална политика, която осигурява бързия растеж; поток от знание между секторите. Мексико Сити е тъкмо една от многото области, следващи тази формула.

През 2006 г. в Китай Държавният Съвет одобри 20-годишни “тезиси” за научна и технологична експанзия. Той призовава за почти двойно изследователско и развойно инвестиране, банкова политика, парични стимули, за да се поддържат научно-технологичните инициативи и венчърни капиталисти, система за оценка на изследователите и изследователските институти, стратегия за правата на интелектуална собственост, подобрена държавна поддръжка на индустрията и “усилващ се капацитет за изграждане на творчески личен състав”.

Мао Цонг Йинг, научен и технически съветник на генералното китайско консулство в Ню Йорк, казва, че Китай ще фокусира своите усилия за изграждане на клъстери в четири научни области: протеинови изследвания, нанонаука, растеж и репродукция и квантова модулация. “В тези технологии сме на нивото на западните страни”. Мао изтъква, обяснявайки един от принципите, че икономистите считат, че ще помогнат на градовете в по-малко развитите страни за съревноваване с американските и европейските градове. “Те са показали нови технологии, така че ние трябва да фокусираме върху това да реализираме изгодите от скоковото развитие”.

Все още, допуска Мао, Китай има да извърви дълъг път, обучавайки младите хора в иновации и свързване на изследванията в частния и обществен сектор.

Пекин, Шанхай, Тяндзин, Янгцзу и Гуандонг са днес най-обещаващите центрове на знанието в страната, казва Мао. И петте имат сила в биотехнологията. Местните управленски политики в тези градове поддържат развойно-изследователското инвестиране, осигуряват на индустрията достъп до академичните изследвания и съдействат за качествено научно и инженерно университетско образование. Те са политики, замислени да поддържат придвижването от периода “Made in China” към периода “Innovated in China”, казва той.

Преди три години в Индия премиер-министърът Манмохан Синг образува Национална комисия по знанието, за да определи стратегиите за трансформиране на неговата страна в общество на знанието. Елитната препоръка от 7-членен състав за подобряване на достъпа до образование ще се изрази в 65 милиарда долара разходи за образование през следващите четири години.

Телекомуникационният изобретател и предприемач Сам Питрода, който оглавява комисията, разглежда човешкия капитал като ключ към икономиката на знанието. През 80-те години телекомуникационната революция, която той започна в Индия, успя само защото хиляди индийци бяха обучени да работят с менажерска мрежа и влакнещата оптика. “Знанието, казва той, ще бъде следващия водач за Индия. Първото предизвикателство е да се разшири базата на знанието, да се подобри достъпът до знанието и да се подобри качеството на знанието. Ние имаме 200 хиляди студенти, явяващи се на приемни изпити, и само 2000 влизат в добри технологични колежи. Така че ние се нуждаем от повече инженерни или биомедицински колежи”.

Питрода аргументира, че превръщането на производствата или сервизно базираните икономики в капитали на знанието също изискват пълно преосмисляне на урбанистичните структури. “В миналото ние стряхме градове и предградия, основани на идеята за обработващи заводи”, казва той. “Идеята сега е да се фокусира на знанието като ключ към преструктуриране на всичко”.

Индийските градове Бангалор и Хидербад станаха знаменити поради техните индустриално-технологични бумове, но не са модели на икономика на знанието. “Градовете не са преобразувани”, казва Питрода. “Те са пренаселени и инфраструктурата не е в тон, защото от начало до край никой не е помислил за това”. Истинските столици на знанието трябва да са проектирани с устойчив план”, казва той. “Да се започне от стартовата линия и да се върви нагоре.” Той отстоява че изграждането на клъстери “обединява голям брой хора в средата, където те живеят, работят и иновират заедно”.

Да се започне от нулата

Маздар Сити в Абу Даби би могъл да бъде утопична версия на това, което описва Питрода. 22 милиардният 8-годишен проект, започнат през 2006 г. от коронования принц шейх Мохамед бин Зайед Ал Найан, е насочил целия град към инженерни решения на проблемите за енергията, сигурността, климатичните промени и устойчивото човешко развитие. „Зеленият град”, замислен от Фостър и партньори, ще бъде изцяло слънчево и ветроснабдяван без въглеродни емисии и ще бъде укрепен от нов главен инженерен университет – Маздарски институт, който ще приеме своите първи студенти през септември 2009 г.

Университетският президент-основател, Ръсел Джоунс, бивш президент на университета в Делауеър, посочва 3 неща, довели го до поемане на управлението в Абу Даби: стратегическо правителствено решение за изграждане на клъстер; дипломното университетско ниво е осигурено с персонал в партньорство с Масачузетския технологичен институт; изследването ще се фокусира върху решение на един от най-важните световни проблеми – алтернативната енергия.

Джоунс казва, че държавно финансираната Маздарска инициатива има 15 милиарда долара пусков фонд (проектиран да нарастне до 80 милиарда), за да даде алтернативна енергия на компаниите в областта. Неговият университет „е част от човешкия капитал” в уравнението на икономика на знанието, обучаващ учени и инженери, които

ще осигурят персонала и задействат с алтернативна енергия компаниите, които ще подхранват икономиката на Маздар Сити.

Определяне на пътищата към печалбата

Като дом на около 20 хиляди учени, водещи 3/4 от националните изследвания, Мексико Сити оказва помощ на Абу Даби в областта на човешкия капитал. Мексико Сити е вече „център на внимание за производството на човешки капитал“ казва кметът Ебрард. „Завършилите студенти се стичат в многото наши университети и изследователски институти“.

Но за разлика от Абу Даби, Мексико Сити няма богатството да строи град на знанието от основи. Различните кметски инициативи са насочени вместо това към подобряване на онова, което съществува.

Като генерален директор на кметския нов Институт за наука и технология, Естер Орозко е посветила 17 милиона долара бюджет за пет различни програми за подобряване на инфраструктурата и финансовия актив на Мексико Сити. Групи от института са били предназначени да оценяват областните нужди от вода, енергия и храна; сексуално, хранително и умствено здраве, вкл. пороци; дигитални връзки; инкубиране на малък бизнес и компетентност; научно и технологично образование.

Орозко казва, че групите насочват тези въпроси в партньорство с експерти от правителството, индустрията и Академията. Преди година тяхната работа резултира в инсталация за оптична влакнеста мрежа през столицата, която, казва тя, ще „намали дигиталната междина“ между Мексико Сити и по-развитите градове, осигурявайки свободен интернет за всички жители. Образователна група на Орозко доведе учени на градските улични базари, за да учат гражданите как работят телефонните елементи и други модерни технологии. Скоро ще бъде отворена многостранна изложба за обучение на децата по последствията от използването на лекарства. Група от учени и инженери, работеща върху водната програма, е картирала система за автоматизиране на управлението на дълбоките сточни води.

Междувременно, друга от кметските инициативи, Capital En Crecimiento, е насочена към допълнителни инфраструктурни проблеми. Джордж де лос Сантос, CEO на държавна компания, казва „Ние сме като пристанищна власт. Ние строим тунели, пътища, транспортни центрове. Не се нуждаем от нищо, за да усилим компетентността и продуктивността на Мексико Сити“.

Де лос Сантос работи в RAND-Корпорейшън, за да определи кои сектори в Мексико Сити могат да доминират. „Кои сектори биха могли да бъдат най-добрите в света?“ пита той. Дали ще бъде хуманна медицина, дигитални проекти, финансови индустрия и технология или здравна информатика, Capital En Crecimiento ще строи общности в града с развойно-изследователски полета, паркове и домакинства там, където технологично насочените клъстери могат да израстнат. „Тук ние бихме могли да живеем, работим, учим, изследваме и пазаруваме“ казва Де лос Сантос, който предсказва, че ще минат три години преди първото заселване.

Кметът Ебрард е оптимистичен за шанса на града да се бори за световна столица на знанието. „Източноазиатските тигри от 80-те години като Сингапур и Южна Корея и надигащите се гиганти от първото десетилетие на този век – Индия и Китай– имаха доскоро по-малки икономики от мексиканската“, казва той. „Индийското майсторство в софтуерната технология трансформира икономиката на страната и повиши общата и компетентност. Те направиха огромни скокове и ние мислим, че също можем“.

ПРИЛОЖЕНИЕ

NYAS като световен клъстерен съветник

Репутацията на Нюйоркската академия на науките като водещ световен домакин на научни събития и неутрален пълномощник на срещите между индустрията, академията, правителството и неправителствените организации има особена стойност във века на знанието. Хора, натоварени с наукотехническото развитие по света, търсят все повече NYAS за ръководство.

Когато Нюйоркската държавна фондация за наука и технологична иновация искаше да идентифицира технологичните области от значение за Ню Йорк, тя повика Академията за помощ. След представяне на своите анализи за държавните възможности за изследване и развитие на акционерите, Академията подпомогна NYSTAR да идентифицира ясна технология като област на растеж. По-късно Академията препълномощи групата да изследва специфичните сили, възможности и модели за ясно техническо развитие.

Лидери от Великобританския клъстер за световно медицинско майсторство (GMEC) също потърсиха ръководство на Академията при пробиване на стените, които прекъсват потока от знание между неговите изследователски институции. Рик Трейнър, президент на Кралския колеж, казва, че GMEC общността от 6 университета, 2 болници, 3 корпорации и Лондонската агенция за развитие иска да започне сътрудничество и беше привлечена към академичния списък за подхранващо партньорство.

“Когато кметът на Мексико Сити реши да свърже обществените и частния изследователски сектори в своя град, той помоли Академията да му покаже как. Резултатът беше 4-дневна научна и иновационна конференция в Мексико Сити през септември, свикана от Академията и администрацията на кмета Марчело Ебрард Казаубон. Присъстваха около 300 лидери, учени, правителствени лица, преподаватели, инвеститори и студенти. С водещи изследвания Мексико Сити укрепна в здравеопазването, иновацията, зелената енергия, урбанистичната инфраструктура, научно образование и успехи. Събирането се отличаваше с дискусия за следващите стъпки към развитието на икономика на знанието.

Извънградските консултативни групи станаха бързо нов бизнес за Академията. За да отговори на исканията на правителствата за ръководство на политики и инвестиции в наукотехнологично базираното иновационно и икономическо развитие, Академията

разработи съветващи програми. “Ние въоръжихме нашите сили като единствено независима организация със широко знание за световната наука и дълбока експертност в изграждане на общности, които включват всички акционери в науката и технологията” казва Рене Бастон от NYAS VP бизнес развитие. “Целта на нашата клъстерна дейност е да се развият и свържат центровете на знание по целия свят”.

Каква е ценността на тази работа за членовете на Академията? “Ние сме напредваща наука” казва Карин Павезе, директор по иновация, физични науки и инженерство. “Ние предаваме една от компетентностите на академичното ядро – да се свързват различните общности и да се изгражда силна мрежа към други части на света”. И тъй като учените в Мексико Сити и други възникващи наuchнотехнологически клъстери се присъединяват към Академията, всички получават изгода от свързването към по-широк кръг научно майсторство.

Превод: **А. Карастоянов**

от Adrienne J. Burke , Building the Knowledge Capitals of the Future,
The New York Academy of Sciences Magazine , Autumn 2008 , pp. 19-22.

Посетете нашия сайт
WOR.COINTECH.NET

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

ТРЯБВА ЛИ ДА СЕ ДОВЕРЯВАМЕ НА КОЛИЧЕСТВЕНИТЕ ОЦЕНКИ НА НАУЧНО-ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ?

Алисън Абът, Дейвид Сираноски, Никола Джонс,
Брендън Махер, Кюирин Ширмайер, Ричард Ван Ноорден

Ничия научна кариера не може да бъде оценена с едно единствено число. Той или тя прекарват безкрайни часове монтирайки апаратура за бъдещи експерименти, ръководейки студенти, докторанти и млади учени, оформяйки статии, подготвяйки документите за поредния договор, преподавайки, организирайки научни конференции, участвайки в научни колаборации, консултирайки своите колеги, участвайки в редакционни колегии на списания и т.н. и т.н. – все дейности, които не се поддават лесно на количествено оценяване.

Но когато този учен търси работа, иска повишение или даже кандидатства за някакъв пост, то кои от всички тези активности биха имали най-голяма тежест?

Много учени са загрижени, че хората, които вземат решения в областта на научните изследвания придават твърде голямо значение на един малък брой активности, които могат лесно да бъдат измерени – брой на публикуваните статии, импакт-фактор на списанията, в които тези статии са публикувани, колко често статиите са цитирани, каква е получената сума пари по договори, какъв е h-факторът на кандидата.

Миналия месец 150 читатели на списание “Nature” отговориха на анкета за това в каква степен количествените оценки са били използвани в техните институции и дали те одобряват подобна практика. Списанието влезе също така във връзка с ректори, ръководители на факултети и други администратори в науката от близо 30 научни институции от цял свят, за да се види какви количествени оценки използват те и в каква степен разчитат на тях. Резултатите показват, че има несъответствие между това, как изследователите и как администраторите гледат на количествените критерии в науката.

Три четвърти от анкетираните вярват, че количествени оценки са били използвани при вземането на решение за тяхното назначаване или повишение. Когато са попитани в каква степен администраторите се облягат на количествените оценки анкетираните учени отбелязват, че най-много се гледа на сключените договори и на спечелените по тези договори пари, на броя на публикациите, на публикациите в списания с висок импакт-фактор и на броя на цитатите. По-голямата част (63%) са недоволни от начина, по който някои от тези оценки се използват. „Твърде голямо значение се придава на тези привидно обективни оценки на продуктивността”, пише биолог от САЩ. Анкетираните учени считат, че традиционните качествени оценки са много по-надеждни. Сред 34 възможни критерия за оценка „Рецензии от външни за институцията рецензенти” и „Препоръчителни писма от специалисти от същата научна област” са класирани

съответно на десето и на дванадесето място. 20-30% от анкетиранияте отговарят, че институциите, в които те работят, въобще не придават тежест на тези фактори.

В интервютата за "Nature" повечето администратори настояват, че количествените оценки не влияят толкова силно върху назначаването на работа или върху повишението на учените, както считат анкетиранияте. Някои администратори заявяват, че те игнорират напълно базираните върху цитатите оценки и вместо това разчитат в голяма степен на препоръките от външни експерти, работещи в същата научна област. „Препоръчителните писма, получени отвън, решават всичко“, казва Робърт Симони, ръководител на Биологическия факултет в Станфордския университет в Калифорния.



Това изявление се подкрепя от академични администратори от цял свят. „Количествените оценки не се използват много“, казва Алекс Холидей, ръководител на Факултета по математика, физика и науки изучаващи живота в Оксфордския университет във Великобритания. „Най-важните неща са препоръчителните писма, интервютата и CV-то, както и нашето мнение за статиите, публикувани от кандидата.“

„Аз не гледам импакт-фактора на списанията, в които е публикувал кандидатът“, казва Кеничи Йошикава, декан на Училището за наука в Университета в Киото, Япония. „Импакт-факторът обикновено показва тенденциите, областите и темите, които в момента

привличат най-голям интерес. Ние в Киото не искаме да следваме модата.“

Количествените оценки разбира се не се изключват напълно. „Качествените“ препоръчителни писма понякога вкарват количествените оценки през задната врата. „Ние не гледаме списъците с публикациите и казваме и на рецензентите да не го правят.“, казва Ййгонг Ши, декан на Училището за науки изучаващи живота в Университета „Тцингхуа“ в Пекин. „Но в действителност, тези списъци влияят, защото рецензентите ги гледат.“

51% от анкетиранияте учени заявяват, че са променили своето поведение, съобразявайки го с начина, по който се оценяват научните изследвания.

„Това ме обезкуражава да се заема с важни научни изследвания, които биха получили ниска оценка.“

„По-вероятно е да приема за рецензиране статия, в която се цитира моя публикация, защото това са отразява на h-фактора.“

71% от анкетиранияте учени заявяват, че те са обезпокоени, че техни колеги биха могли „да изиграят“ или „да измамят“ системата за оценяване.

„Количествените оценки могат да се изкривят от хората, ако те знаят, че тяхната реализация ще зависи единствено от оценката.“

„Твърде много политика е включена и се фокусира върху числата, а не върху качествата на публикациите.“

Противоречиви сигнали

Администраторите изпращат противоречиви сигнали: количествените оценки нямат значение с изключение на случаите, когато имат такова. „Всяка година ние събираме средната оценка за работата на сътрудниците чрез различни критерии: оценка на качеството на преподаване направена от студентите, лекционно натоварване, резултати от изследователската работа, публикации, h-фактор“, казва Том Уелтън, декан на Химическия факултет на Кралския колеж, Лондон. Уелтън твърди, че тази информация се дава на сътрудниците, за да я имат предвид в своята бъдеща работа. „Това не е препятствие, което трябва да се преодолее, за да се получи повишение.“ Въпреки това, самият факт, че подобни оценки се правят създава впечатление, че те се имат предвид.

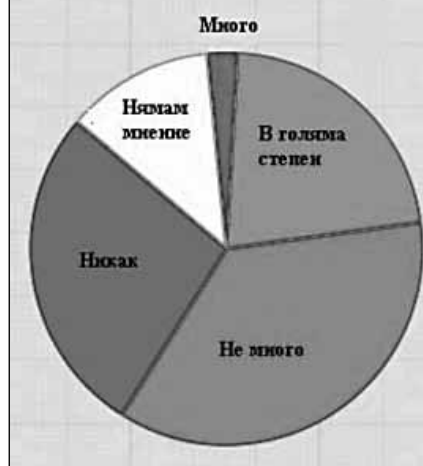
В Масачузетския технологичен институт Клод Канизарес, вицепрезидент по изследванията и асоцииран ректор, казва: „Ние отделяме много малко внимание, почти никакво, на броя на цитатите и публикациите.“ Но той също казва: „Ако някой има голям брой публикации в списания с висок импакт-фактор, то това е като да има допълнителни препоръчителни писма – рецензентите, които са оценявали подобни статии са им поставили една висока оценка.“

Допълнителен източник на безпокойство е това, че количествените оценки варират значително между отделните страни и дори между различните научни области в една и съща страна.

Анкетиранияте учени и научните администратори се съгласяват с това, че количествените оценки поставят потенциални клопки. Например, 71% от анкетиранияте заявяват, че те са загрижени за това, че отделни хора от тяхната институция могат да манипулират оценката, например чрез публикуването на няколко статии на базата на една и съща основна разработка. Повечето ректори и декани изглеждат по-малко загрижени за подобна възможност. Те се аргументират, че е малко вероятно подобни практики да отбягнат от окоето на рецензентите. Но те са бдителни за други по-коварни ефекти, свързани с използването на количествени оценки на научните изследвания.

„Ако решите, че публикуването на голям брой статии е важно, то тогава вие сте приели, че това е показател за качеството на изследванията.“, казва Грегори

Въпрос: Удовлетворени ли сте от количествените оценки на научно-изследователската дейност?



Тейлър, декан на Научния факултет на Университета „Алберта“ в Едмонтън, Канада. „Това е винаги много опасно, защото тогава вие карате хората да работят чрез формули, което не е най-добрият начин да ги окуражите да използват своето въображение.“

И действително, половината от анкетираните учени заявяват, че те са променили своето поведение на изследователи отчитайки количествените критерии, които се прилагат в техния университет. Макар че повечето промени в поведението са по-скоро безвредни, например „работя по-усърдно“, някои имат потенциал да компрометират самите идеали на науката. „Това ме обезкуражава да извършвам важни научни изследвания, ако преценя, че те биха имали ниска оценка.“, казва един постдок от САЩ.

Количествените оценки на научно-изследователската дейност по света

Северна Америка

Академичните институции в САЩ обхващат сложна система от държавни и частни университети. Всички те са силно независими един от друг. Тези институции използват сходни системи за оценяване на научно-изследователската дейност. В повечето случаи те се основават на препоръчителни писма от експерти в областта. Въпреки това направените от „Nature“ интервюта с дузина ректори и декани показаха и наличието на съществени различия.

Например, много университети отделят специално внимание на способностите на кандидата да печели конкурси и да получава финансиране за своите изследвания. За някои университети е важен и източникът на финансиране. В Аризонския държавен университет в Темпе ректорът Бети Капалди казва, че финансирането от Националната научна фондация се счита за по-престижно от финансирането от Националния институт за здравето. В противоположност, Марк Кастнер, декан на Училището за наука при Масачузетския технологичен институт казва, че парите получени по договори, почти никога не се вземат предвид. „Ако някой може да притежава висок авторитет в една международна научна общност без за това да е използвал финансиране, толкова по-добре за него.“, казва той.

Много ръководители на университети в Канада казват, че те оценяват

служителите на базата на 40% изследователска работа, 40% преподаване и 20% организационна дейност. Макар, че по-слабото ниво на преподаване може да бъде компенсирано с една силна изследователска програма, няколко администратори от Северна Америка заявиха, че ако някой е превъзходен преподавател, но слаб учен, то той ще има много малки шансове да заеме даден пост.

Европа

Във Великобритания колегите и университетите са подложени на националната оценка Research Assessment Exercise – RAE, съгласно която финансирането от държавата се базира върху качеството на изследванията. Институциите систематично събират данни за учените, включващи: статистика на публикациите и оценки за нивото на преподаване, давани от студентите. „Не е изненадващо, че процедурите, които използват университетите са направени в съответствие с RAE.“, казва Род Куумбс, вице-президент на Факултета за иновации и икономика към Университета в Манчестер. Количествените оценки могат да станат дори по-важни, както е в предлаганата нова оценъчна система, наречена Research Excellence Framework. Детайлите на тази нова система за оценка на научната дейност все още се обсъждат.

Италианските университети имат съвсем различна система: никой факултет или университет не може да подбира сам своя щат. Една ad hoc комисия се сформира за всеки вакантен пост в страната. В тази комисия има само един представител на университета, в който ще бъде назначението. За началните позиции комисията по избора трябва да се ръководи от международно признати критерии за оценка, като брой на цитатите, среден брой цитати за една публикация и импакт-фактор на списанията, в които е публикувано. Законът не посочва какво да е относителното тегло на всяка от тези оценки. Някои италиански изследователски институти имат по-голяма независимост. Пиер Паоло ди Фиоре, бивш директор на института FIRС по молекулярна онкология, например казва, че критерий като импакт-факторът на списанията в които е публикувано, служи само за ориентация.

В Германия 80 базисни научни института са обединени в обществото „Макс Планк“. Те имат добре дефинирана оценъчна система, базирана отчасти на количествени оценки и отчасти на препоръчителни писма. В Германия няма единно мнение, за това по какъв начин да се отчита обективно дейността на един учен.

Азия

Като правило в по-голямата част от Китай, Южна Корея и Япония учените и преподавателите в университетите се назначават на краткосрочен трудов договор, най-често за срок от 5 години. Но понеже подновяването на тези до-

говори става почти автоматично, то назначението е практически за цял живот. Лошата страна на тази система е, че няма установена схема за повишение. Един учен има шанс да бъде повишен в следващо ниво само ако някой друг напусне или умре.

Количествените оценки се използват широко, макар че някои китайски университети започнаха да ориентират своите оценъчни системи по тези в Северна Америка и да не отделят толкова голямо внимание на числата.

Ий Рао, декан на Училището за науки изучаващи живота при Пекиния университет и Ийгонг Ши, декан на Училището за науки изучаващи живота към Университета „Тцингхуа“ казват че техните институции сега базират своите оценки повече върху препоръките от международно признати експерти в областта на кандидата. Много добре се приема и наличието на международен опит.

Други азиатски научни институти започнаха да прилагат в по-голяма степен количествените оценки. Бен Чао, декан на Колежа за науките за Земята в Националния университет на Тайван казва, че оценъчната система е станала по-здрава и количествена през последните пет години. Кандидатите за работа или за повишение се оценяват 50% върху изследванията, 30% върху преподаването и 20% върху организационната дейност. Всяка категория има точки, казва Чао и минимален брой точки са необходими за повишаване от асистент към доцент. При оценката импакт-факторът на списанията в които е публикувано се отчита. „Системата е ОК“, казва той, „но ние постоянно откриваме случаи, когато числата не отразяват колко упорито е работил кандидатът и какъв е неговият принос.“

Да разкъсаме мрежата на “връзките”

Въпреки общото неудовлетворение от начина по който количествените оценки се използват, някои анкетираните учени приветстват тяхното използване. Много анкетираните казват, че те оценяват прозрачността и обективността, които количествените оценки биха дали. *“Аз ги предпочитам пред качествените оценки”*, казва ръководител на факултет по химия и инженерни науки от Европа. Други, които са неудовлетворени от използването на количествени оценки казват, че тези оценки не са били използвани правилно в техните институции. *“Количествените оценки могат да бъдат анулирани на ректорско ниво”*, оплаква се американски професор по невронауки. Ако не друго, казва Уелтън, използването на количествени оценки може да вдъхне увереност на младите учени, че тяхната институция не е една застинала веднъж завинаги мрежа от “стари момчета”, в която личните връзки са по-ценни от действителните постижения. Администраторите, които казват че действително вземат предвид числените оценки в процеса на вземане на решения, подчертават че те признават ограничеността на подобни оценки при определянето на кариерата на един учен. Изследователите от различни научни области и с различни специалности публикуват и биват цитирани

в различна степен. За да се вземе решение за кариерата на един учен трябва добре да се познават индивидуалните особености на конкретната научна област и което е по-важно, индивидуалните особености на самия учен. Това прави използването на количествените оценки по необходимост по-субективно.

Изненадващо, ако анкетираните желаят промяна, то тя не е задължително свързана с отказването от количествените оценки. Когато “Nature” предложи на анкетираните учени списък от възможни критерии и ги помоли да изберат от тях пет най-важни, то най-често избраните бяха: “Публикации в списания с висок импакт-фактор”, “Спечелени пари от договори”, “Обучение и ръководене на студенти” и “Брой на цитатите”. С други думи анкетираните учени са атестирани по критерии, по които общо взето те биха искали.

Предизвикателството пред научните администратори е не в това се намали доверието в количествените оценки, а в това тези оценки да станат по-ясни, по-последователни и по-прозрачни. *“Индексът на цитирането е едно от нещата, които трябва да се имат предвид, но ако използвате този критерий при назначаването на работа и го използвате като единствен или най-важен критерий, вие просто прехвърляте отговорността върху една произволна оценка”*, казва Джак Диксън, вицепрезидент и главен научен ръководител на Медицинския институт “Хауърд Хюес” в Чеве Чейз, Мериленд, САЩ. Твърдейки, че институтът се въздържа от прилагането на подобни количествени оценки, той признава, че те ще продължат да се използват. *“Всички решения се основават на различни критерии. Това на което вие се надявате като учен е, че решенията са честни и че са базирани върху критерии, които се познават и разбират добре от рецензентите.”*

Превод: Динко Динев
от Do metrics matter?, Nature, June 2010

Броеве на Списание СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА можете да си поръчате и на новия електронен магазин на сайта на списанието:
<http://wop.cointech.net/bg/archive.php>

ЕКСПЕРИМЕНТ И ЧУДО: (Религиозно-теологичният фактор при генезиса на науката на новото време)

В. Визгин



Философията на естествознанието на Възраждането, така характерна за културата на Европа по време на прехода от средните векове към Новото време и религиозно, и научно е амбивалентен феномен. Известно е какво място е заемала в нея магико-херметичната традиция, възкресила атмосферата на гностицизма на първите векове от християнската ера, чието преодоляване пък оформя догматичното ядро на християнската традиция. Въпреки че съществуват течения като християнската кабала или спиритуалистичните учения на натурфилософи, като правило те не скъсват с християнството, а понякога техни представители по-искрено, като например Ван-Хелмонт, се стремят към нова християнска наука. Обаче, всичко това е украсено пантеистично, а магията и окултизма, съдържащи се в тях, не отговарят на нормите на християнската религиозност и ортодоксална теория.

Такова, поне двусмислено отношение, свързва натурфилософията на Ренесанса с зараждащото се математично естествознание. От една страна, натурализма на Възраждането е средство за разширяване на схоластичната традиция на перипатичната наука на университетите. По този път натурфилософията понякога издига нови идеи, поддържа смели научни иновации. Но независимо от това, натурфилософията на Възраждането като цяло представлява по скоро “епистемологично препятствие” (по изразу на Башляр) пред новата наука, отколкото в помощ за нейното развитие и оформяване. Както и да критикуват натурфилософията на Аристотел, тяхната собствена физика остава квалитативистка. Този сложен възел на взаимоотношения и остри противоречия между ортодоксалния схоластичен рационализъм на зараждащата се механистична наука и натурфилософията на спиритуалистичната традиция се завързва с целия си драматизъм още през XVI век.

Наистина, през това столетие магико-херметичната традиция, усвоявайки кабалата, преживява своя разцвет, получавайки мощен импулс от работите на М.Фичино, Пико делла Мирандола, Агрипа, Рейхлин, Джиорджио и други представители на окултната наука. Разцъфтява и натурфилософията, тясно свързана с тази традиция: Помпонаций, Нифо, Телезио, Кардано, Патрици, Бруно и др. Но едновременно набира сила и антимагическото, антихерметичното течение: Дел Рио, йезуитите, Иохан Виер, Томас Ераст и др. стремящи се към пълно изчистване на религията от магията.

Преди обаче да преминем към анализа на тази антимагическа атака, засягаща и натурфилософията, да разгледаме как се е поставял и решавал така важния за изясняването на тези сложни отношения проблем за чудото в натурфилософията на Възраждането. Най-известното съчинение, посветено на този проблем е трактата на Пиетро Помпонаций (1462 – 1525) “За причините на естествените явления и чудодействията” (“De naturalium effectuum causis seu de incantationibus”, Basel, 1556), завършен през 1520 г. и разпространяван първоначално като ръкопис. Какво е чудо, модел за което в този трактат служи лекуването с думи (или заклинание), което води до мисълта за участие в този процес на свръхестествени сили – да отговори на този въпрос е посветен трактата.

Анализирайки големия обем материал, свързан с такива чудеса, натрупан още от античността, Помпонаций достига до еднозначния извод, че всички тези явления, първо, наистина съществуват, и второ, всички те могат да получат естествено обяснение, и няма нужда, както това се прави често, до прибягване към свръхестествени същности като демони, ангели и т. н. Например, известния чудотворец Аполоний Тиански (както се описва в неговата биография) е могъл да вижда на огромни разстояния. Полпонаций твърди, че това действително е било така, но не благодарение на някаква магическа сила на Аполоний, а по естествени причини: “Защото земни явления разпространяват образа си по въздуха до небето, като от едно огледало на друго, и по такъв начин те могат да бъдат видени и далеч”. За всички необикновени явления и чудеса Помпонаций намира естествено обяснение – ту като дейност на напълно природни “жизнени сили”, ту като сила на въображението и психическото въодушевление, но в крайна сметка, всички – под влияние на звездите. При Помпонаций астрологията се оказва главната наука, даваща крайното обяснение на всички природни, в това число – и на чудодейните, явления. “Нека, казва той, прибягващите към съществуването на демони обърнат внимание пропадналите царство, възникналите империи на мястото на изпаднали в упадък, във бедствия от наводнения или пожари, на такива удивителни събития във Вселената, станали от силата на небесните тела: никой, в това число и самите те, не ще посмее да отрече, че тези явления могат да бъдат извършени от небесата, защото това би свидетелствало за плиткоумие и пълно отсъствие на прозорливост”. Изтичането или изпарението, жизнените сили и тем подобни естествени фактори се привличат при разглеждането на чудотворни явления, без необходимостта за обръщане към бога, демони или други свръхестествени същности. По такъв начин магията се натурализира, чудото преминава в реда на природните явления, може би отличаващо се от обикновените явления само по честотата на тяхното появяване. Магическата безпределност на възможностите – по принцип за мага няма нищо невъзможно – отнетото от професионалните магьосници и заклинатели, от демони и ангели се приписва на самата природа. В резултат, магията не е изгонена от света, а става още по обоснована, вписана в самия фундамент на природата.

Нека, като пример, разгледаме само едно чудо – възкръсването от мъртвите и неговата трактовка, от една страна от Помпонаций и от друга, от Мерсен. Докато Помпонаций се стреми да направи това чудо на чудесата обикновено естествено яв-

ление, то Мерсен е загрижен с противоположното: как ясно да определи и ограничи областта на естествените явления. Той критикува различни разкази за такива чудеса, и ако, според него, великите законодатели (като Мойсей и Исус Христос) са вършели такива чудеса, то това са свръхестествени явления, защото са се вършили по волята Божия. Природата не знае чудеса – тя е определена в строго определени граници, от невъзможности, диктувани от принципи на забрана за нарушаване на нейните закони. И Мерсен е готов да признае такива чудеса, но само при едно условие: ако те се приемат като знак на Божествената благодат, чието обяснение е работа на религията и теологията. “И ако религията ни разказва за някакви възкресения, то нека ни ги обясни. Най-добре като ги отнесе на Божествената свобода, отколкото да изкривява естествената причинност”. В тези думи се крие същността на спора на новата механистична наука с натурфилософията на Възраждането, която разширявайки безкрайно принципа естествената причинност и областта на естественото въобще, деформира самото понятие за природата. Напротив, новата наука, се стреми да ограничи понятието за природа, свеждайки я към механичните закономерности.

По такъв начин, като враг на *религиозното чудо* се противопоставя *чудодейността на природата*, захранвана преди всичко от астрологичния магнетизъм – вярата че всички необикновени сили на камъни, треви, стихии, животински и човешки свят произтичат от звездите и техните влияния. Борбата на конкуриращите се познавателни програми през XVI – XVII векове е неотделима от борбата на религиозните и теологични постановки. Барьера на пътя на неудържимата експанзия на магико-натуралистичните концепции за природата е поставен не толкова от епистемологичните предпочитания на конкуриращите с нея концепции и програми, колкото в резултат на самозащитата на християнските ценности на европейската култура.

Магическата концепция на природата се обсъжда и от други натурфилософи на Възраждането, в частност, такъв влиятелен, като Парацелзиус. Именно Парацелзиус е бил обект на критики от страна швейцарския лекар и теолог Йохан Либер (1524 – 1583). Неговото съчинение “Disputatin de medicina nova Philippi Paracelsi partes quatur”, Basel, 1572 (подписано с литературния му псевдоним Томас Ераст) се използва от Мерсен в неговата решителна борба с антимиристичната натурфилософска тенденция. За Ераст неприемлив се оказва съмът същност на парцелзианското природознание – магическата концепция на природата, нейния анимизъм и спиритуализъм. М магизма на Помпонаций и Парацелзиус, по същество, изчезва самото понятие за чудо като свръхестествено нарушение на природните закономерности. Размиването на чудото в естествените възможности е заплашвало основите на християнското светоусещане, въпреки, че Парацелзиус е бил вярващ християнин, а и Помпонаций се е стремил да прокара граница между чудесата на религията, от една страна, и чудесата на магията – от друга, вероятно за да скрие истинските си убеждения, маскирайки ги с “ортодоксално-благочестиво покорство”. Самата идея за чудо – било тя демонична или напротив – естествено-природна, предизвиква у него безусловно отрицание. Чудесата, за които се говори в Библията, счита Ераст, нямат нищо общо с магичните чудеса.

Няма магия и в църковните ритуали: те само озбозначават тайнственото действие на благодата съобразно с богооткровението, и нямат никаква магическа операционална ефективност – нито в думите, нито в жестовете на църковния обряд. Против Парацелзиус и маговете, използващи кабалата, Ераст издига номиналистичната теория на знаците. Християнското благочестие, според него, се стреми към това природата да се разглежда като игра на сили, над които господства единствено Бог, управляващ света по строг порядък, а не произвол на фантазия. Обаче, за конкретното определяне на този порядък Ераст е могъл да предложи само перипатетичната качествена физика, чиито противоречия започват да се разкриват пред по-задълбочените учени. Затова стремежа да се спаси възможността за проявленията на чудесата, опирайки се на подредената природа, по нейните закони, водело към Аристотел, а от него към новия ред в природата – механистичния, по-стабилен и обективен, в сравнение с реда, установен от качествената физика. Основа на този ред поставя закона за инерцията на праволинейното равномерно движение. Затова учените и теолозите, които са по-близки до патоса на Томас Ераст в неговата борба с магико-натуралистичното размиване на понятието чудо, впоследствие се опират вече не на учението на Аристотел, а на Галилей: по това време вече физиката на Аристотел не може да бъде надеждна опора в борбата с магията в физиката.

Както виждаме, по въпроса за чудото науката и религията вървят ръка за ръка: ортодоксалното християнство се нуждае запазване на идеята за чудото, а за науката – да свърши с нея. Интересите на новата – механистична наука и християнската религия съвпадат. И най-добре това съвпадение е реализирана от такава типична фигура от първата половина на XVII век като Мерин Марсен, виден учен и монах от католическия орден на минимине (les minimes).

Ние можем да формулираме същността на това взаимодействие между теология и наука във въпроса за чудото по следния начин: защитата на чудото – макар да изглежда на пръв поглед парадоксално – се оказва и защита на науката от натурализма на Възраждането с неговото схващане за магията: и религията и науката по това време имат тя е общ заплашващ ги противник. По същество, Помпонеций и другите натурфилософи разглеждат природата не толкова като рационален порядък (както е при Аристотел и запазен в схоластичната традиция), колкото като волунтаристичен произвол на симпатии и антипатии, аналогии и влияния. Панпсихизма, принципа на аналогията между микро– и макрокосмоса, световната душа и жизнеността на духа – всичко това типично за натурфилософията на стила на мислене на Възраждането не е могло да служи за основа за установяване на постоянно действащи закони на природата, чието постулиране представлява необходимо условие за съществуването на чудото и неговото нарушаване. Затова, за теолозите, борещи се с магията, на помощ им идва Аристотел, проявяващ съдържаност относно чудесата в природата. Но това е недостатъчно: авторитета на Аристотел, както и самия принцип на авторитетите е вече силно разклатен. И за да се противопоставят на напора на възрожденския ирационализъм е нужен нов рационализъм и по-строго и обективно възприемане на законите на при-

родата, отколкото при перипатетиците. Това правят и Коперник, и Кеплер и, особено, Галилей ... И затова апологията на християнството при Мерсен не случайно съвпада с апогея на новата механистична наука. За него и Помпонеций и Бруно, Камранела и Флуд са еднакво антирелигиозни и анти научни.

Основата за сближаване на интересите на новата наука и религия е стремежа да се отстои (в религията) и издигне (в науката) на такова разбиране на идеята за природата (естествознанието), което категорично да се противопостави на свръхприродното начало. Концептуално природата може да бъде разумно определена, ако ясно и недвусмислено естественото бъде противопоставено на свръхестественото. Натуралистичната концепция, напротив, се отличава със смесването на тези две категории – при представителите на магико-херметичните традиции да се различи естественото от свръхестественото (или Божественото) е невъзможно. Развитието на тази традиция е довело до пантеизъм и даже направо до атеизъм, при който всички функции на Бога (в това число, и онези които се отнасят до чудотворчеството) носят безграничната самодостатъчност, самодвижение и самооформящата се природа. Очевидно, тази тенденция, по същество, възстановява дохристиянския езичен свят и вярвания, реабилитирайки несъздадения и самодвижещ се космос, за който са говорили гръцките мислители.

Заслужава внимание обстоятелството, че едновременно с екстенсивното овладяване на света и природата, особено започвайки с Коперник, което постоянно расте, напротив, в интензивна посока се извършва концептуално стесняване на идеите и понятията, дължащо се на възникването на механиката и нейната експанзия в областта на световъзприятието. Еталон за естественост, образец за разбиране на природата се превръща закона за инерцията: инерционното движение на телата – това е природата според новото световъзприемане – природата *per se*. Когато към този закон се добавят и другите механични закони, то с това се очертава и по принцип затваря кръга на природното битие, схващано в научни понятия. И това е края на това, което се е разбирало под природа в натурфилософията на Възраждането, продължило магико-херметичната традиция.

В магическата традиция науката и религиозността (нерядко с явно нехристиянски произход) са се смесвали. И именно това смесване става – особено в началото на XVII век, неприемливо, понеже е представлявало заплахата както за религиозното откровение (християнството), така и за новата експериментално-математична наука. В края на краищата, новото време се е стремело към тотална диференциация във всичко, в това число и за отделяне на науката от религията. И за това няма по-добра възможност отколкото новото механистично естествознание. Тя ясно и недвусмислено е определяло какво е това природа и какво е естествознание. На религията като привилегия, която тя не е искала да разделя с когото и да е, е оставала определянето на Бога и свръхестественото. И при тази диференциация, чудото става елемент изключително на религиозната система, напускатки областта на естествознанието.

Ако сега разгледаме взаимовръзката и противостоенето на различните тенденции от гледна точка на християнството, от позицията, например на Мерсен като католиче-

ски теолог, то ще стане ясно, че магическата традиция, чийто разцвет настъпва към края на XVI век, е било за него религиозно значим съперник, при това доста опасен (косвено за това свидетелства и влиянието на херметизма до XVII в. включително). Затова за Мерсен съществува очевиден религиозен стимул за борба както с магията, така и с натурфилософския анимизъм. Но този му стремеж съвпада с неговата научна ориентация и симпатии, фокусирани към архимедовата, механистична и математична традиции. Съвсем ясно се прокарва, както при него, така и при други учени (например Бейкън) стремежа да се спаси новата наука от обвинения в магии, което е типично за контрареформацията в Европа, заставило много учени да се отдръпнат от магията и херметизма защото по това време в общественото съзнание природознанието не се е отделяло от окултизма и магията.

Но ако сега погледнем как Мерсен като учен, като човек във висша степен любознателен, заинтересован в опознаването и на най-малките “детайли” на природата (акустика, механични явления, астрономия, балистика и т.н.), като при това се тръгва от парадигмата на механико-математичното естествознание, то ще стане разбираемо и чистата научна мотивация в полза на ортодоксалното християнство, в съюз с който, “под крилото” на когото новата наука, изглежда, добре защитена.

Разбира се, през XVI и XVII векове съществува и друга антимагическа традиция – скептицизма на “либералите” или свободомислещите (от Рабле до Сирано). Но това течение, е било склонно да отрича всякакви чудеса – даже и в самото християнство, независимо известна, напълно разбираема предпазливост в изказванията. Но “да се поставят на една плоскост Аполоний Тиански и Исус Христос” Мерсен отказва. Защото за него, като убеден католик, макар и потопен повече в голямата наука, отколкото в теологията или морала, чудесата са различни, и е необходимо да се отделят “истинските” чудеса от “лъжливите”. А за това няма по сигурна основа от новото механистично естествознание, формулиращо ясни и еднозначни, експериментално верифицируеми закони.

Седемнайсети век е период на висока религиозна активност и едновременно на научните гении, може би, най-продуктивната епоха в историята, време на напрежение на научния разум. И двата тези ентусиазми – религиозен и научен – се сливат в единен порив, резултат на който става мощния принос на научната революция, формиращ началото на преврата в културата на Европа. Заплахата над християнството наистина е била голяма, особено към края на XV век, когато се издига култа към Венера и Марс, а преклонението пред Хермес Трисмегист е такова, че неговият образ краси катедралния събор в Сиена (1488 г.), когато върховен господар на човека отново стават звездите и всичко съществуващо попада в мрежите на астралния детерминизъм. Това е било възвръщане към езическото, гръцките мойри, източните култове и гностицизма. И видно място при тази религиозно противопоставяне заема именно възрожденската натурфилософия. Но при това и заплахата за науката не е била малка. При това – разнообразна. Науката е била заплашена както от пантеистичния и панпсихичния натурализъм, но не в по-малка степен от твърдата реакция на западното християнство, особено засилени

в епохата на Контрареформацията и загрявани от разкола в църквата. Затова можем да заключим, че кризата в културата и обществото през XVI – XVII векове е бил тотален и дълбок: под въпрос е бил поставен духовното единство на европейското човечество – както неговото християнско ядро, така и неговия традиционен рационализъм. И този съюз на науката и християнството, което тогава се оформя, става спасителен за съдбата на европейската култура, за преодоляване на кризата и нейното самоотъждествяване.

Нерядко, следвайки традицията, водеща началото си от Просвещението, натурфилософите на Възраждането се оценяват като предшественици на научната революция. Наистина, католически ориентирани историци подържат мнението, че такива натурфилософи като Помпонаци, всъщност правят крачка назад в сравнение с схоластичната рационална традиция. Във всеки случай, обаче, е ясно, че пълното скъсване с традицията на европейския рационализъм не би ни превел до нашата наука. А позицията на натурализма на Възраждането към Аристотел като патрон на схоластиката е амбивалентна. Истинска пълноценна концептуална алтернатива на аристотелизма натурфилософията не може да предложи. Както се вижда от полемиката на Ераст с Парацелзиус, при всички възрожденски натурфилософи, както и при техните перипатетични опоненти, остава непреодолимата аристотелова граница на мисълта: качествената физика, квалитативната парадигма.

Като заключение на нашия анализ на проблема за чудото, ние искаме да подчертаем обстоятелството, че антихристиянството съвсем не е магистралния път към науката на новото време. Наистина, магико-херметичното течение, така широко разпространено и развиващо се в епохата на късното Възраждане, много представители на който са били антихристиянски ориентирани, или поне индиферентни, като противници на схоластичната традиция, са изиграли роля в подготовката на научната революция. Но въпреки това, от спиритуализма, анимизма и магията няма път към науката, даже ако заедно с тези учения се е развивал пантеизма и крайния атеизъм. Антихристиянството е послужило на всеобщото брожение на ума и душата в епохата на Ренесанса, но от това наука не е могло да се създаде. Затова тезата за определящата роля на херметичния импулс за генезиса на наука на новото време трябва да бъде допълнена с изясняването и на други, често взаимно противоположни импулси. В това отношение много подходящ е анализа на споровете и полемиките, които е провеждал Мерсен.

“ХОРИЗОНТИ НА ФИЗИКАТА”

За “Светът на физиката” е удоволствие да представи книгата на дългогодишния член на редколегията на списанието доц. д-р Динко Динев “Хоризонти на физиката”, изд-во Херон прес, София, 2010. Тя наистина осветлява широк кръг от проблемите, които понастоящем се изследват и решават на предния фронт на физиката. Скъмността, обаче, не ни позволява да обсъждаме по-подробно статиите, съставляващи съдържанието и, защото по-голямата част от тях са се появили на страниците на “Светът на физиката” през последните близо десет години.

По подобие на появилата се преди десетина години сборник “От атома до Вселената” (отдавна изчерпан), чийто инициатор и съставител беше пак д-р Динев, убедени сме, че и този том ще изиграе своята важна роля за популяризирането на физиката у нас.

Н. Ахабабян



УСПЕХ НА ФИЗИКАТА В БАН. ВПИСВАНЕ НА ПРОФ. ДФН НИКОЛАЙ ВУЧКОВ ОТ ИФТТ В “ЗЛАТНАТА КНИГА”

Физиката, химията и биологията са основните природни науки, които допринасят за развитието на обществото и които доведоха до преминаване в края на XX век на обществото от индустриално в информационно. Специално физиката в БАН търпи голям напредък и развитие със създаване през 1946 г. на Института по физика, от който по късно се роиха редица институти, допринесли за развитието на физиката и нейното приложение в индустрията.

Успехите и постиженията на българските учени, включително и тези от физическата общност в откривателското и изобретателско дело намират своето утвърждение в “Златната книга на откривателите и изобретателите в България” към Института за рационализации (ИНРА), понастоящем Патентно ведомство на РБългария. Златната книга е едно престижно издание, учредено през 1981 г. по случай 1300-та годишнина от създаване на българската държава. В началната страница на Златната книга се изтъква, че в книгата се отдава **“почит на онези наши сънародници, чиито дела са ‘златно покритие’ ‘на гордостта с която казваме ‘СЪЗДАДЕНО В БЪЛГАРИЯ’.**



Проф. дфн Николай Вучков

Николай Кирилов Вучков е роден на 16 май 1949 г. в София. След завършване на средното си образование през 1968 г. в математическата паралелка на 66 софийска гимназия, записва физика във Физическия факултет на СУ, специалност “Атомна физика”. През 1975 г. завършва висшето си образование със защита на дипломна работа на тема “Облъчване на He-Cd лазер на разтвори от ацетилен”.

Разнообразната научно изследователска, приложна, откривателска и изобретателска дейност на Николай Вучков протича в Института по физика на твърдото тяло при БАН в областта на лазерната физика и техника. За времето от 1975-1984 г. работи в Проблемната лаборатория по атомна спектроскопия,

а след това в Лабораторията по лазери с метални пари. През 1983 г. защитава докторска дисертация на тема “Лазер с пари от меден бромид” във ФИАН – Москва с ръководител проф. Георги Петраш, а през 2003 г. защитава дисертация за дфн на тема “Лазери на атомни и йонни преходи на метали, възбуждани със схема с взаимодействащи контури”. От 2005 г. е професор в ИФТТ.

Николай Вучков е автор на над 200 научни публикации, цитирани от над 500 чуждестранни учени, на 13 изобретения и на едно не официално признато откритие. Той е един от откривателите на силния ефект на малки примеси от водород (0,3 0 – 0,6 Torr), добавен към буферния газ неон в активната среда на медно-халогенидни лазери и в лазери на медни атоми, който води до висока лазерна мощност. Този водороден ефект е оценен от китайски, японски и американски учени и научни колективи. В Ливерморската лаборатория в САЩ използването на този ефект довежда до повишаване на изходната мощност и качеството на лазерния лъч на най-мощната система от медни лазери в света за разделяне на изотопите на урана. Понастоящем този ефект се използва във всички международни лаборатории, които създават и изследват мощни медни лазери – САЩ, Китай, Япония, Великобритания, Австралия, Израел.

Проф. Николай Вучков участва в създаване на лазер с пари на меден бромид, генериращ на две медни атомни линии 510.6 и 578.2 nm. Това е най-мощния лазер от този клас с максимално време на лазерната тръба над 1 000 часа. Той участва също в създаване на лазер с пари на меден бромид, генериращ на 5 йонни линии на медта в дълбоката ултравиолетова област от 248.6 до 270 nm, както и на лазер с пари на SrBr₂, генериращ стронциеви атоми и йони в близката и средна инфрачервена област на спектъра, която е перспективна за лазерната хирургия е линията 6,45 мк. Необходимо е да се подчертае, че изобретения са внедрени в няколко фирми у нас – “МЕТАЛ-ХИМ” и “ПУЛСВЕТ” и чужбина – “НОРСЕЛД” – гр. Аделаида, Австралия, на която е продаден лиценз на стойност 80 000 US \$. Изобретенията широко се използват в научни изследвания и при изпълнение на договори в страната, НАТО и по програми на Европейския Съюз, като общата сума на сключените договори през последните години надвишава 800 000 US \$.

Крум Коленцов

ПРОФ. ДФН НИКОЛАЙ АСЕНОВ КОСТОВ (1956-2011)

Николай Костов е роден на 28 октомври 1956 година в село Търнене, Плевенско. През 1982 година завършва с отличие Физически факултет на Софийски университет и постъпва на работа в Института по Електроника при БАН. От 1985 до 1990 г. е в дългосрочна командировка в ОИЯИ в Дубна, Русия. В края на пребиваването си в ОИЯИ Николай Костов успешно защитава кандидатската си дисертация. Още тогава той се изгражда като сериозен и талантлив учен и формира научните си интереси, които са свързани главно с теорията на солитоните, компютърната алгебра като мощно средство за тяхното изследване и нелинейните физически явления, които солитоните обясняват. Дубненският му период е един от най-ползотворните периоди в живота му. Там той успешно защитава своята кандидатска дисертация. Плодотворната научна атмосфера в Дубна, както и възможността за чести посещения в Москва му дават възможност да се запознае и да поддържа научни контакти с редица известни учени, които водят до съвместни публикации с важни нови резултати. След завръщането си от Дубна той продължава да работи в Института по електроника като през 2002 година е избран за ст.н.с. II степен. През 2006 година успешно защитава дисертация за доктор на науките и се прехвърля на работа в Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика. През 2009 година е избран за професор.

Цялостното творчество на професор Костов включва повече от 60 научни публикации в най-реномирани международни списания. Те са докладвани на десетки престижни международни конференции и са добре познати на международната научна общественост. Те бяха отбелязани и с две награди за най-добра работа на ИЯИЯЕ за научни изследвания през 1998 и 2008 година.

Професор Костов не можа да навърши 55 години. Независимо от тежкото си заболяване, той до последните си дни продължаваше своите научни изследвания.

ИНТЕРЕСНИ УЕБ-СТРАНИЦИ

Експериментите на Ръдърфорд: Страницата предлага филм с продължителност 9 мин. и 10 сек. представящ знаменитите експерименти извършени в Кеймбридж през 1911 г., преди точно 100 години, от Ернст Ръдърфорд. Филмчето започва с въпроса: „Как може да се изучава нещо което не се вижда?“ и веднага показва как Ръдърфорд създава основния си изследователски „инструмент“ – сноп радиоактивно излъчване използвайки като източник наскоро открития от Мария и Пиер Кюри елемент полоний. При доближаването на силен магнит, снопът се разделя на по-масивни, положително заредени частици, наречени от Ръдърфорд алфа частици и на по-леки, отрицателно заредени – бета частици. Отделените по този начин алфа частици се насочват към тънко златно фолио и се наблюдава колко се отклоняват преминаващите и каква част от тях се разсейват обратно. Нагледни илюстрации обясняват какво физически се случва при експеримента, какъв статистически анализ на експерименталните данни е проведен от Ръдърфорд и как въз основа на тях той заключава, че атомът се състои от масивно, положително заредено ядро с обикалящи около него електрони. Накрая в картина и звук е показано, че съгласно законите на класическата физика честотата на обикаляне на електроните трябва постоянно да намалява и намалява, докато те паднат върху ядрото – основният проблем при модела на атома на Ръдърфорд. Всичко завършва с зов за помощ към Нилс Бор да спаси така успешния иначе модел. Филмът е създаден от Стивън Дъглас от гр. Йорк, Великобритания и далеч не е единственият прекрасно образователен филм на тема физика от същия автор.

<http://www.youtube.com/watch?v=FfY4R5mkMY8&feature=related>

Илюстрирана хронология на моделите на атома: Стогодишнината от създаването на модела на Ръдърфорд е добър повод да си припомним някои основни етапи в развитието на представата на хората за това как е устроен атомът. Хронологията в предлаганата страница започва с модела на Джон Далтон (1808 год.) и след него представя: атомите като непроменящи се тримерни вихри в етъра (Лорд Келвин, 1867 г.); „Сатурновия“ модел на Хантаро Нагока (1904 г.), в който електроните осцилираха в орбити с различни радиуси, формират стабилни пръстени около положително заредено масивно тяло; моделът „пудинг със стафиди“ на Джей Джей Томпсън (1904 г.), в който „тестото“ е положително заредено, а ролята на стафидите, прикачени към въртящи се сфери, се играе от откритите от автора на модела, отрицателно заредените електрони; моделът на Ръдърфорд; моделът на Бор или „старата квантова механика“ (1913 г.); моделът, който следва от уравнението на Ервин Шрьодингер (1926 г.) и вероятностната му интерпретация на Макс Борн и завършва с представата за атомното ядро като съставено от протони и неутрони, наложило се след откриването на последните от Джеймс Чадуик (1932 г.). Описанието на всеки от моделите съдържа и линк към оригиналните публикации (или части от тях). Страницата е създадена от Сайра

Браун под ръководството на професор Сузане Гейнер от Департамента по публични комуникации към Щатския университет в Уорсестер, западен Масачузетс и е още един повод да отбележим, че в развитите страни студентите по журналистика изучават това, което по думите на Файнман представлява основната част на културата на нашето време – физика и природни науки.

<http://cynthiondesign.com/historyofearlymodernphysics/atomicmodels.html>

Какво съдържа завещанието на Енрико Ферми към бъдещите поколения?

На 2 юни тази година беше отворено завещанието на Ферми, вградено в основите на Изследователския институт на Чикагския университет през 1949 год. В този институт е работил самият Енрико непосредствено след войната. Защо точно сега след 62 години? Причината е повече от прозаична, университетът разрушава старата сграда за да построи на нейно място модерна лаборатория. В САЩ, за разлика от България, е стегнала жестока криза и следователно там се строят научни институции, които да изтеглят страната от кризата. Срещу сградата се намира мястото, където на 2 декември 1942 год. в 15:36 часа Ферми и сътрудници осъществяват за първи път управляема ядренна реакция и увековечено със статуята „Ядрена енергия“ на Хенри Мур. Текстът на уебстраницата е писан лично от д-р Пол Уинер, внук на Ферми. На церемонията са присъствали и други наследници и някои бивши колеги на великия италиански физик. На страницата има и видео от церемонията.

Но какво съдържа капсулата? Някои тривиални неща като пътни карти и вестници от това време, но най-същественото е в малка брошура озаглавена: „Новия преден фронт на технологиите: атомните изследвания“. Естествено е човекът „разбил атома“ да очаква в 1949 г. този вид изследвания да са в сърцевината на бъдещите технологии. Ние днес знаем, че това не е съвсем така. „Предсказанията“ на великия италианец са се основавали на чисто научни доводи, не оценявайки възможността обществото да развие примитивна фобия към всичко което се казва „ядренно“ или „радиация“.

<http://neutrontrail.com/2011/06/enrico-fermi-time-capsule-opening/>

Подготвил: **Олег Йорданов**

“АСТРОПАРТИ БАЙКАЛ”

13 и 14 май 2011

Иво Джокин

“АСТРОПАРТИ БАЙКАЛ” 2011 се проведе традиционно на красивия бряг на река Дунав в село Байкал, община Долна Митрополия, област Плевен под патронажа на кмета на община Долна Митрополия г-н Александър Печеняков.

Програмата включва групова работа и дейности с ученици и учители, които провокират любов към науката физика и астрономия, а целите са: да популяризира и разпространи сред учениците знанията и постиженията на астрономията; да създаде и развие интереса към любителската астрономия, наблюденията и заниманията по астрономия; учениците да усвоят умения за практическо приложение на физичните знания при обясняване на непознати явления, провеждане и планиране на опити и експерименти. За четвърти пореден път е включено в Националния календар за извънучилищни дейности на Министерство на образованието, младежта и науката за учебната 2010/2011 г. със заповед на Министъра на образованието, младежта и науката.

Организатори са МОМН, Национален дворец на децата, Община Долна Митрополия, РИО – Плевен и Общински център за извънучилищни дейности и занимания по интереси – с. Байкал (ОЦИДЗИ).

Партньори: Съюз на астрономите в България, СУ, НАОП “Джордано Бруно” Димитровград и Астрономическа асоциация – София (ААС).

Международни партньори: Международен астрономически съюз/IAU/, Европейска асоциация за астрономическо образование (ЕААЕ), Европейска южна обсерватория (ESO).

Участници са ученици и учители по физика, любители астрономи от България и Гимназия “Елена Куза”, Национален колеж “Карол I” и Основно училище №36 “Джордже Бибеску”, гр. Крайова, Румъния. Гости на проявата бяха г-н Александър Печеняков, кмет на община Долна Митрополия, г-жа Ева Иванова, началник отдел “Образование”, г-жа Елеонора Николова, служител в кметство с. Байкал.

Откриването на “Астро парти” започна с изпълнение на танцов състав при НЧ “Неофит Рилски” гр. Тръстеник и слово на директора на центъра във връзка с годишната на Слънчевата система. Поздравителен адрес към всички участници поднесе г-н Александър Печеняков – кмет на Община Долна Митрополия.

Гост – лектор бе изтъкнатият наш професор по астрономия Андрей Николов, катедра “Астрономия” при СУ “Св.Климент Охридски”, който изнесе вълнуваща обзорна лекция по астрономия за Слънцето и слънчевата активност, за съвременните постижения и перспективи на науката астрономия.

След закуската и кафе-паузата започнаха практическите занятия-групова работа с учители и ученици, която включваше изработване на “Камера обскура”, проект на

ЕААЕ с водещ ст. преподавател Цеца Цолова от ПГ по КСТ Правец и член на ЕААЕ. След това бяха изработени модели на Слънчевата система и Юпитер с Галилеевите спътници от стиропорени топки и дървени шишчета с ръководител Иво Джокин, директор на общинския център и член на ЕААЕ. Беше представен и спектроскоп “Кутия за пица” с който участниците наблюдаваха спектралното разлагане на светлината. Програмата продължи с организирана кръгла маса в конферентната зала на ОЦИДЗИ, където Надка Данкова, учител по физика и астрономия в СОУ “Васил Левски” гр. Троян и проф. Андрей Николов представиха учебника “Приложна астрономия” като всеки учител получи като подарък по един екземпляр, осигурен от организаторите. Г-жа Цеца Цолова представи презентации за проведената наскоро в Брюксел конференция SCIENTIX, организирана от Европейската комисия и Европейската училищна мрежа и проектите на ЕААЕ. Иво Джокин представи образователни материали и пособия на учителите от европейските проекти от конференцията в Брюксел, които могат да ползват в учебния процес.

През това време учениците имаха възможността да посетят и се запознаят с историческите и природни забележителности на с. Байкал – местността “Паметниците” и красивият бряг на река Дунав. След вечеря на терасата на пристанищния комплекс на специално организираното “Лятно кино под звездите” участниците и гостите имаха възможността да се запознаят с “Планетите джуджета”, презентация на г-жа Наташа Иванова от НАОП “Джордано Бруно” гр. Димитровград, “Практическа астрономия”- г-жа Надка Данкова и лекция на проф. Андрей Николов. В 22,00 ч. започнаха вечерните наблюдения по проект озаглавен “Класна стая под звездите” Участниците бяха разпределени в три наблюдателни центъра:

– център №1: Демонстрацията на видимите и характерни съзвездия с помоща на лазерна показалка. Водещ: Наташа Иванова

– център №2: оборудван с телескоп “Максутов-Касегрен”, катадиоптрична система-водещ г-жа Цеца Цолова и рефрактор система “GO TO” – наблюдение на видими планети и обекти от “DEEP SKY” (дълбоко небе). Водещ: Иво Джокин

– център №3: оборудван с телескоп-рефлектор “Нютон 500”, бинокли-наблюдение на Луната и изпълнение на практически задачи. Водещ: Наташа Минкова, ръководител астроклуб “Уrania” при МГ “Гео Милев” Плевен.

Времето за работа на всеки център беше около 30 минути, след което се извърши размяна на местата на групите. Наблюденията приключиха в 12,00 ч след което г-н Александър Печеняков даде коктейл за учениците, учителите и гостите. С много положителни емоции се проведе “Астровикторина”, посвещаването в “Любител астроном” с тържествена клетва и “Астробал” с много награди. Българските деца научиха своите приятели от Румъния на ръченица и няколко хора.

На другия ден в 9,30 ч. започна официалната церемония по закриване на “Астро-парти Байкал”. Сертификатите за участие връчиха г-н Александър Печеняков, кмет на община Долна Митрополия и г-жа Ева Иванова, началник отдел “Образование” при общината, а сертификатите за любител астроном г-н Иво Джокин. Всички участници

получиха награди-компаси, лунни календари, постери дискове с учебни материали по астрономия, осигурени от г-н Александър Печеняков. Гостите от гр. Крайова получиха бинокли и компаси, осигурени от г-н Николай Велков, внук на дългогодишния директор на училището Стефан Чавдаров. Г-н Велков осигури и средствата за разходите по престоя на румънските гости в България.

С изпълнение на мажоретния състав при ОЦИДЗИ, “Астропарти Байкал” беше закрито. Участниците си направиха обща снимка за спомен и си пожелаха отново да се съберат на красивия бряг на река Дунав през 2012 г.. След официалното закриване, участниците в партито посетиха древноримският град “Улпия Ескус”.

СИМПОЗИУМ

РАЗПРОСТРАНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ НА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИТЕ ЗНАНИЯ НА БАЛКАНИТЕ

17-18 октомври 2011 година, София, България

Повод за предстоящия трети национален симпозиум с международно участие са кръгли годишнини на видни физици. Провеждането му има за цел да събере научната общност, която работи в областта на история на физиката и математиката и да даде възможност за изяви в тази област и на учители, студенти и ученици.

Програма: Научна сесия Студентска сесия Ученическа сесия

Организатор

Институт по физика на твърдото тяло при Българската Академия на Науките
Директор: академик Александър Г. Петров, E-mail: director@issp.bas.bg

Лице за контакти: н.с. Г. Камишева

<http://www.issp.bas.bg/museum/m01-page1.html>
GSM 0899 75 05 90, тел. 02/979 58 31; e-mail: gkamish@issp.bas.bg;
skype: physmuseum

Адрес за кореспонденция:

Институт по физика на твърдото тяло при Българската Академия на Науките
Гр. София, 1784, бул. Цариградско шосе № 72, URL: <http://www.issp.bas.bg>
Тел. (+359) (2) 8758061; Fax: (+359) (2) 9753632

Музей, Тел. (02) 979 58 31; e-mail: gkamish@issp.bas.bg ; skype: physmuseum
URL: <http://www.issp.bas.bg/museum/m01-page1.html>

НАЙ-СТРАННИЙТ ЧОВЕК: Скритите страни от живота на Пол Дирак – квантовия гений

Греъм Фармело

Част III

Глава 17

“Айнщайн казва, че според него Дирак е най-добрият възможен избор за ръководител на катедра в Института [за авангардни изследвания], при все че шансът да го привлечем е твърде малък. Той го поставя над всички други в тяхната област. И очевидно поставя Паули, от Цюрих, на второ място.” [Писмо на Освалд Веблен^[1] до Ейбрахам Флекснър^[2], 17 март 1933]

Както изглежда, едва към средата на декември 1932 Дирак добива увереност в съществуването на антиелектрона. Според не съвсем точните си спомени Дирак е чул новината от Благет, който вероятно е открил частицата независимо от Андерсън, въпреки че той винаги е подчертавал приоритета на своя американски съперник в публикуването на наблюденията. Благет и Окиалини вероятно са чули за фотографиите на Андерсън през есента на 1932, но са прочели статията му едва през януари, когато те вече правят всеки ден десетки фотографии на космични лъчи. На фотографиите те виждат “порои” от космични лъчи и следи, които, започвайки от едно и също място, се отклоняват както наляво, така и надясно. Ясно става, че Благет и Окиалини са наблюдавали положително и отрицателно заредени частици с почти една и съща маса, което те тълкуват като следи от електрони и антиелектрони. Според тях падащите космични лъчи разцепват ядра и при това се създават двойки положителни и отрицателни електрони. Поканват Дирак да помогне за интерпретирането на данните. Според него това е убедителна проява на Айнщайновото уравнение $E = mc^2$: енергията на сблъсъка се е превърнала в маси на тези частици. Фотографиите са твърдо доказателство, че антиелектроните имат точно това поведение, което се предсказва от уравнението на Дирак.

На 16 февруари десетки учени вървят през лондонската мъгла към сградата на Лондонското кралско общество в Бърлингтън Хаус на Пикадили. Публиката с нетърпение очаква да чуе доклада с интригуващото заглавие “Някои резултати от фотографиите на следи от проникващо лъчение”. Докладчик е Благет. Когато показва на проектора снимките на порои от заредени космически частици, бомбардиращи непрекъснато планетата ни, публиката остава изумена. Макар да е много предпазлив при идентифицирането на двойките положителни и отрицателни частици, Благет заявява, че те се съгласуват “твърде добре” с Дираковата теория на дупките. Пред очите на публиката са показани частици, които изникват от нищото, както и обратният процес, при който електрони и антиелектрони анихилират при срещата си. На въпросите на присъстващите журна-

листи Благет отговаря, че откривател на положителния електрон е Карл Андерсън и че теоретичната интерпретация на снимките принадлежи на Дирак. Самият Дирак по същото време докладва пред семинар в друга зала на сградата и не дава интервюта. Вестниците не споменават нищо за теорията на Дирак. Няма и дума за антиелектрон, защото бързо е възприет предложението от Андерсън термин “позитрон”.

Дирак вътрешно е доволен, че теорията му, която толкова дълго е отричана, е намерила твърдата подкрепа на експеримента. По-късно, след около тридесет години, той ще каже, че най-голямо задоволство е изпитал не толкова от експерименталното откриване на позитрона, а от това, че верността на неговите уравнения е потвърдена.

Към началото на 1934 свидетелствата за новата частица са необорими: броят на регистрираните позитрони се е увеличил, благодарение на техниката на Благет и Окиалини, от около 4 за предната година до цели тридесет хиляди през следващата. Междувременно в Кавендишката лаборатория и на други места е показано, че позитроните могат да се ваблюдават от радиоактивни източници, разположени на лабораторната маса, без да се разчита на пороите от космични лъчи. По-късно Андерсън ще отбележи, че ако някой експериментатор беше се доверил на теорията на Дирак и разполагаше с добра лаборатория, той “би могъл да открие позитрона за няколко часа”, използвайки радиоактивни източници. Благет е съгласен с това. Дирак обаче никога не е настоявал експериментаторите да търсят антиелектрона, нито е предлагал как да го регистрират с помощта на наличната апаратура. Тридесет и три години по-късно, когато го запитват защо не е предсказал по-категорично съществуването на антиелектрона, Дирак отвръща: “Чисто малодушие”.

Съвременната научна общност споделя мнението, че ролята на Дирак в предсказването на позитрона е едно от най-великите постижения на науката. През 2002, малко след стогодишнината от рождението на Дирак, физикът теоретик Курт Готфрид ще отбележи: “Физиката е създала и други смели предсказания, които по-късно са потвърдени от експеримента. Но предсказанието на Дирак за съществуването на антиматерия, за съществуването на такова дълбоко и универсално свойство на материята, се откроява между тях с това, че е основано само върху чисто теоретични аргументи, без никакъв намек от страна на наблюдателните данни.

През последните седем години теоретиците бяха осъществили по-голямата част от напредъка във физиката. Но вече имаше ясни признаци – особено след откритията в Кавендиш и в Калтех, – че водещи започват да стават експериментаторите. Разочарован от квантовата теория на полето, Дирак се присъединява към Капица в неговата лаборатория. Странна на пръв поглед комбинация на абстрактно мислещ интровертен теоретик с прагматичен екстровеертен експериментатор. Но те наподобяват двама братя, които добре си играят. Те са едни от първите, които работят в лабораторията “Монд”, която Ръдърфорд е построил в Кавендиш със средства от Кралското общество специално за Капица. Тържественото откриване на лабораторията е в началото на февруари 1933.

Дирак и Капица замислят експеримент, който по нов начин ще изясни природата

на светлината и на електроните. Дирак вече е виждал в лабораторията на Дейвисън в Манхатън, че сноп от електрони при попадане върху кристал се пречупва, с което става ясно, че електроните могат да имат поведението на вълни. Така че светлината и електроните си приличат: при едни условия те се държат като вълни, а при други – като частици. Идеята на Дирак и Капица е да заменят кристала със светлина. Светлината се отразява напред и назад от две успоредни огледала – подобно на стоящите вълни по нишка, закрепена в единия си край. Така както кристалът се състои от правилни тримерни редици от атоми, така и отразяваната светлина образува правилно подреждане от стоящи вълни. А това значи, че тя подобно на кристал ще пречупва електронния сноп. Този експеримент би бил уникално доказателство за поведението на електроните и светлината както като вълни, така и като частици. Изчисленията на Дирак обаче показват, че пречупване на електронния сноп би било възможно, ако отразяваната светлина е многократно по-ярка от достъпната за момента. Липсата на такъв светлинен източник осуетява опита им за известно време.

През есенния семестър в Кеймбридж, на 9 ноември, в четвъртък, Дирак получава по телефона съобщението, за което мнозина от водещите физици се надяват, макар и тайно. Глас от Стокхолм му съобщава, че той ще поделит с Шрьодингер Нобеловата награда по физика за 1933 “за откриването на нови и продуктивни форми на атомната теория”; присъдената на Хайзенберг Нобелова награда за 1932 също щяла да бъде връчена заедно с тях. Дирак е изненадан за собствената си награда, но не и за останалите двама – особено за награждаването на Хайзенберг, който по мнението на Дирак е главният откривател на квантовата механика. Притеснявайки се от неизбежното внимание на пресата, Дирак обмисля дали да не откаже наградата, но скоро възприема съвета на Ръдърфорд: “Отказът ти ще привлече много по-голямо внимание”.

Официално институцията на Нобеловата награда започва да функционира през 1901, когато наградата е присъдена на немския експериментатор Вилхелм Рьонгген за откритите от него лъчи, по-късно наречени на неговото име. Създаването на тази награда за физика, а също за химия, литература и физиология е дело на шведския изобретател Алфред Нобел, чието завещание създава неограничен във времето срок за наградата. От първата година на нейното учредяване престижът на наградата непрестанно расте и към 1933 имената на лауреатите за текущата година се съобщават във вестниците по цял свят.



Паули и Дирак, около 1936 година

Британските вестници обаче из-

общо не споменават за откриването на позитрона – много повече внимание обръщат на изборите в Германия и на политическите изяви на Хитлер. А за новия британски Нобелов лауреат се изтъква, че той се страхува от жените даже повече отколкото от публичните изяви, че не се интересува дали жените, с които го запознават, са грозни или красиви и че е “плашлив като газела и скромнен като Викторианска девойка”.

Първата поздравителна телеграма до Дирак е от Бор. В Кавендиш всички поздравяват Дирак – с изключение на Макс Борн, който е огорчен, че е подминат в полза на Дирак. Други в Кеймбридж са заети с организираната от Социалистическото дружество демонстрация, целяща да “провокира сблъсъци, да постави политиката в дневния ред на Университета и да раздвижи духовете”.

С това събитие се бележи началото на войнстващото студентско социалистическо движение в Кеймбридж. Лукасовият професор внимателно следи тези събития от своя кабинет в “Св. Джон” и преценява как да даде израз на своите чувства.

Глава 18

Често се казва, че Дирак дотолкова е мразел баща си, че дори не го е поканил на Нобеловата церемония. Това най-вероятно не е вярно. Нобеловата фондация предлага на лауреатите да поканят само един гостенин, а за всеки друг да поемат разносните за пътя и настаняването. Хайзенберг отива с майка си, Шрьодингер довежда жена си, така че за никого не е чудно, че Дирак е съпроводен от майка си.

Привечер на 8 декември 1933 Дирак и майка му са на шведското пристанище в Малмьо и чакат нощния влак, с който да пристигнат в Стокхолм на следващата сутрин. Неколцина репортери ги търсят повече от час из пристанището и накрая ги намират в едно кафене и там на място правят пресконференция. Упорството на журналистите е възнаградено с отговорите на двама ексцентрици – “много стеснителен и мълчалив младеж” и “енергична и бърлива дама”.

“Изненада ли ви Нобеловата награда?” – пита журналист. “О, не съвсем” – бърза да отговори майката на Дирак и добавя: “Колкото настойчиво работеше той, толкова настойчиво аз очаквах той да получи наградата”. Въпросът на журналист как квантовата механика намира приложение в ежедневието е посрещнат от Дирак с необичайна разговорливост:

ДИРАК: Моите изследвания нямат практическо значение.

ЖУРНАЛИСТЪТ: Но биха ли могли да имат?

ДИРАК: Не мога да кажа. Но не мисля, че биха имали практическо значение. Развивах своята теория в продължение на осем години и сега развивам теория, която разглежда положителни електрони. Не се интересувам от художествена литература, не ходя на театър и не слушам музика. Занимават ме само атомните теории.

ЖУРНАЛИСТЪТ: Построеният от вас през последните осем години научен свят оказва ли влияние на начина, по който гледате на събитията от ежедневието?

ДИРАК: Не съм чак дотам откачен. По-скоро, ако имаше такова влияние, тогава навярно бих откачил. Когато почивам, т.е. когато спя, а също когато се разхождам или когато пътувам, аз напълно се откъсвам от своята работа. Това е необходимо, за да не стане експлозия тук (*Дирак посочва главата си*).

Това интервю вече се разпространява по вестникарските будки в гарата на Стокхолм, където Диракови пристигат малко преди осем сутринта. Четвърт час по-късно Хайзенберг, Шрьодингер и техните гости слизат от влака и са посрещнати от тъпа видни личности, всички загрижени, че Дирак и неговата майка не се виждат никъде. Но, когато фотографите поканват лауреатите и гостите им да позират, Дирак и майка му изведнъж се изправят пред светкавиците на камерите. Посрещачите са твърде смаяни, за да питат къде са били и едва по-късно разбират какво е станало: майката на Дирак се успива, на гарата кондукторът я събужда, подава ѝ багажа през прозореца. След това Диракови се отправят към топлата чакалня и сядат встрани от групата на официалните посрещачи. Когато тази група излиза от чакалнята, Дирак и майка му я следват като двойка патици, без да кажат нито дума.

Хайзенберг и Шрьодингер с готовност дават интервюта на пресата, но Дирак търси спасение в хотела. По пътя към хотела, в краткото пътуване с кола, Дирак и майка му са съпроводжани от аташето на Нобеловата фондация, граф Толстой – внук на писателя и рафиниран дипломат. Първото му предизвикателство е да избере апартамент за Диракови в 500-стайния Гранд хотел с изглед към пристанището. Служителите вероятно са смятали, че правят услуга на Дирак, когато настаняват Дирак и майка му в апартамент за младоженци, но Фло не иска и да чуе за това, а настоява да получи самостоятелна стая. Недоволен, Дирак решава да заплати за отделната стая, разчитайки на сумата която ще получи от наградата – около 200 000 лири стерлинги.

В ранната неделна вечер стотици елегантно облечени мъже и жени изпълват Стокхолмската Концертна зала, за да присъстват на връчването на наградите от краля. Точно в 17:00 ч. тържествено зазвучава хор на тромпети и известява отварянето на двете огромни врати към залата, където става връчването. Всеки лауреат, съпроводжан от шведски домакин, се отправя към определеното за него кресло, разположено на богато украсена платформа. Наред със знамето на Швеция са издигнати знамената на държавите, от които са новите лауреати. Наградените са облечени в колосани бели ризи и смокинги, но самият Дирак е в старомоден костюм. Той се покланя ниско на краля, когато получава своя медал и дипломата, след което се покланя няколко пъти на бурно аплодиращата публика.

След церемонията лауреатите са откарани в Гранд хотела, за да участват в Нобеловия банкет, организиран в зимната градина на Кралския салон. Поканените триста души са с блякави тоалети – жените с богати украшения, мъжете в смокинги, с изключение на Дирак. На трапезата мъжете и жените са разпределени кавалер до дама, а на балкона музиканти в ливреи свирят в конкуренция с канарчетата, чуруликащи в клетките си под стъкления покрив.

След речите, след мълчаливият тост в памет на Алфред Нобел и след изпълнението на шведския химн, тъпа от келнери поднася гастрономичните деликатеси. След десертите всеки от лауреатите произнася кратка реч, в която благодарностите и спомените са подсолени с остроумна самоирония. След първата реч, произнесена от Иван Бунин, лауреат на наградата за литература, Дирак става и се отправя към трибуната, където по вече установен навик той успешно се справя със стеснителността си. След като отправя благодарности към домакините, той заявява, че вместо да говори за физика ще обрисова как един физик теоретик би подходил към проблемите на съвременната икономика. Присъстващите започват нервно да се споглеждат, когато той се подпира на трибуната и развива тезата, че всички икономически проблеми на индустриализирания свят произтичат от една фундаментална грешка:

Имаме икономическа система, която се опитва да поддържа ценностно равновесие между две неща, за които би трябвало още от самото начало да се разбира, че техните ценности са различни. Тези две неща са получаването на определено единично заплащане (да речем, 100 крони) и получаването на редовен приход (да речем, 3 крони на година) за вечни времена. Ходът на събитията непрестанно показва, че вторият начин се цени повече от първия. Недостигът на купувачи, от който страда целият свят, лесно се обяснява с това, че се дължи не на нежеланието на хората да станат притежатели на стоки, а на нежеланието на хората да се разделят с нещо, което би могло да им осигури редовен приход вместо тези стоки. Бих ви помолил да разсъдите сами как всички неясноти стават разбираеми, ако приемем от самото начало, че редовният приход е несравнимо по-ценен, а в действителност безкрайно повече в математически смисъл, отколкото всяко единично заплащане.

Без да го е грижа как даденото от него обяснение би могло да се провери, Дирак съобщава на сътрапезниците си, че след като направят домашната си работа, те ще получат “по-ясна представа за начина, по който една физическа теория се съгласува с фактите, вместо да ползват за тази цел популярни книги по физика”. Когато Дирак сяда на мястото си, редките отначало ръкопляскания постепенно стават все по-силни, а мнозина от присъстващите нервно се усмихват и видимо се чудят как да разбират Дираковата реч. Хайзенберг и Шрьодингер не следват примера му да говорят за икономика и политика; говорейки на немски, в речите си те следват условността старателно да избягват всичко, което би могло да бъде политически спорно.

Разсъжденията на Дирак озадачават Шрьодингер и неговата жена Ани, която описва речта му като “тирада на комунистическата пропаганда”. Но тя не е справедлива: Дирак засяга въпрос на теоретичната икономика, който стои отвъд политиката. Той обаче действително греша: теорията му е приблизително вярна само ако лихвеният процент винаги е на ниско ниво, но би имало смисъл да вземем цялата сума, ако лихвеният процент е висок и остава такъв. Ако Дирак беше си дал труда да се консултира

с професионален икономист, какъвто е неговият колега от Кеймбридж Джон Мейнард Кейнс, той щеше да си спести упрека на поколенията, че извън своята сфера на компетентност е говорил небивалици. И при това в блясъка на Нобеловите прожектори.

Атмосферата на щедро гостоприемство трае четири дена, през които единственото задължение на Дирак е да произнесе своята Нобелова лекция във вторник след обяд. По-голямата част от своето двадесетминутно изложение Дирак посвещава на “Теория на електроните и позитроните”, като описва как квантовата механика и теорията на относителността са направили възможно “предсказанието на позитрона”. Това е първият случай, когато той говори за своето предположение относно позитрона като за предсказание. Дори отива по-нататък, като говори за друго свое предположение с по-голяма увереност: “Възможно е да съществуват отрицателни протони”. Накрая, след като изтъква очевидната симетрия между положителния и отрицателния заряд, той подхвърля, че вселената би могла да се състои от еднакви количества материя и антиматерия:

Трябва да разглеждаме като случайност това, че на Земята (а по всяка вероятност и в цялата слънчева система) преобладават отрицателните електрони и положителните протони. Твърде възможно е на някои звезди нещата да са точно обратните и тези звезди да са изградени главно от позитрони и отрицателни протони.

До края на живота си Дирак се пита как е станало така, че той да получи Нобеловата награда заедно с Хайзенберг и Шрьодингер. Нобеловата фондация, винаги вярна на принципа за дискретност, отваря документацията за всяка годишна награда точно след петдесет години. Дирак никога не узнава за политическите машинации, довели до първите награди за квантова механика; успява само да научи, че е бил номиниран



Дирак и Казимир, 1948 г.

от английския кристалограф Уилям Браг, а Айнщайн не го е номинирал. Едва след смъртта на Дирак става ясно, че е имал голям късмет, когато е спечелил наградата толкова млад.

През първите три десетилетия след учредяването на наградата комитетът, който определя Нобеловата награда за физика, е с предубеждение спрямо теоретичната физика, вероятно защото желанието на Алфред Нобел е да бъдат награждавани практически

изобретения и открития. Без да е добре информиран относно теоретичната физика, комитетът разпространява през 1929 декларация, според която теориите на Хайзенберг и Шрьодингер “все още не са довели до някакво откритие от по-фундаментален характер”. Зад сцената на Стокхолм се водят дълги спорове относно това кога да бъде присъдена награда за новата теория и кой да бъде награден. През 1932 Фондацията все още обсъжда въпроса, а номинациите за Хайзенберг и Шрьодингер ежесечно се увеличават. Към началото на 1933 натискът да се даде награда за теорията е надделял, но все още има разногласия как да бъде разпределена тази награда. Името на Дирак е много слабо застъпено сред предложенията. Но когато през септември 1933 комитетът се събира, откритието на позитрона е станало широко известно и името на Дирак вече излиза много напред. Шведският физик Карл Осен, който е най-влиятелният член на комитета, е научил от своя студент Ивар Валер за качествата на Дираковата теория. Нещо повече, откриването на позитрона се разглежда като “реален факт”, като наблюдение, което доказва ползата от теорията на Дирак. В края на заседанието консенсусът е, че Хайзенберг, Шрьодингер и Дирак са с цяла глава над останалите кандидати, включително Паули и Борн, и че Хайзенберг заслужава особено признание за това, че пръв публикува новата теория.

Днес никой не се съмнява, че тримата физици, наградени през 1933, заслужават своя Нобелов статут. Дирак, Хайзенберг и Шрьодингер са в групата на лауреатите, които придават особен блясък на всички Нобелови награди.

Глава 19

На тридесет и двегодишна възраст Дирак като че ли има всичко, което би могъл да пожелае. Здравето му е отлично, той е признат като един от най-добрите физици теоретици в света, разполага с много пари и не би могъл да има по-подходяща работа. Извън свързаните със семейството грижи неговият единствен проблем е, че всичките му приятели са мъже. От обкръжението му като че ли смятат, че Дирак до края на живота си ще остане в изцяло мъжкия бастион на колежа “Св. Джон” и ще си умре като ерген. Но през следващите три години той ще изненада всички.

Някои от физиците теоретици вече са на мнение, че тяхната наука върви към края на своята златна ера. Инструментариумът на квантовата механика като че ли позволява да се решават почти всички приложни проблеми, свързани с атомите и атомните ядра. Но според Дирак и другите от предния край на изследванията тепърва предстои да се развие полева теория на електроните, позитроните и фотоните – т.нар. квантова електродинамика, – която да е освободена от разходимости.

Лидер в областта е работещият в Калифорния Опенхаймер. В началото на 1934 той заедно с един от студентите си нанася силен удар на Дираковата теория на дупките, като доказва, че в квантовата теория на полето може да съществуват антиелектрони, без да се предполага съществуването на отрицателни енергии. Опенхаймер праща копие от тази статия на Дирак, но не получава никакъв отговор. В Европа Паули и младият му ученик Вики Вайскопф показват, че частиците без спин също имат античастици – в

пряко противоречие с Дираковата теория, според която безспиновите частици не трябва да имат античастици, защото не се подчиняват на принципа на Паули за забраната. Паули и Вайскопф обявяват идеята за море на отрицателните енергии за излишна – не е нужно позитронът да се разглежда като липса на каквото и да е. Дирак обаче не приема това, според него няма фундаментални безспинови частици – не съвсем убедителен аргумент. Така че той продължава да работи с теорията на дупките, която дава точно същите резултати като теориите без море. За последователите на Дирак теорията на дупките е евристичен инструмент.

Ясно е обаче, че квантовата електродинамика има проблем. Всички опити на теоретичите да се отърват от разходимостите остават неуспешни.

Посетителите на Кеймбридж, между които Хайзенберг и Уигнър, установяват, че Дирак не се занимава с квантова теория на полето, а заедно с Капица прави експерименти в новата лаборатория. Дирак се опитва да помогне на свои колеги от Кавендиш, които решават практическия проблем за получаване на чисти образци от химически елементи. Атомите на елементите имат определен брой електрони и протони, но броят на неутроните им може да е различен – това са атомните изотопи. Например водородът има три изотопа: повечето водородни ядра нямат никакъв неутрон, но съществуват и такива с един и с два неутрона. За експериментите на сътрудниците на Ръдърфорд били нужни чисти образци от някои изотопи, но това се оказва трудно, тъй като елементите обикновено са смес от изотопи, които много трудно се разделят, защото поведението им в химичните реакции е почти еднакво. Дирак обмисля начин за разделяне на смес от два изотопа в газ с помощта на апарат без движещи се части. Идеята му е да накара газова струя под високо налягане да се движи по спираловидна траектория: по-тежките и по-бавни молекули биха се събирали във външността на въртящата се газова маса, а по-леките ще остават във вътрешността на струята. Дирак проектира апарат за “разделяне на изотопи по метода на струята”, като заема от Капица един от неговите компресори.

Резултатите го изненадват. Апаратът не разделя изотопите достатъчно ефикасно, но прави “нещо като трик на фокусник” – по описанието на Дирак. Когато напомним газ при шест атмосферни налягане в малка медна тръба, той установява, че след своето спирално движение газът се разделя на две струи с много различни температури – едната струя е по-гореща от другата с около сто градуса по Целзий. Според Дирак температурната разлика се дължи на различните съпротивления в двата газови потока, макар да е по-вероятно, че ротационното движение разделя по-бързите молекули от по-бавните. В продължение на месеци Дирак си сътрудничи с Капица под одобрителния поглед на Ръдърфорд, според когото е добре Лукасовият професор “да поизцапа ръцете си в експеримента”.

Дирак пристига в Принстън към края на септември и работи в Института за авангардни изследвания. Обядва в скромен ресторант, където чест посетител е Юджийн Уигнър, известен с пословичната си стиснатост: на гостите си в своя двустаен апартамент той гордо обяснявал, че мебелировката му е струвала по-малко от \$25 – като че ли това не било очевидно. Един ден, когато влиза в ресторанта, Дирак вижда, че

Уигнър седи заедно с някаква жена. Елегантна, малко по-млада от Уигнър, със заразителен смях, тя прилича на него – същото ъгловато и удължено лице. Говори английски със запъване и със същия силен акцент, макар да няма неговата сдържаност. Пуши с дълго черно цигаре.

Тази жена е сестрата на Уигнър. Казва се Маргит, но в семейството и приятелите ѝ я наричат Манси. Тя остава поразена от вида на слабия и като че ли твърде уязвим млад мъж, влязъл в ресторанта. По-късно ще си спомня, че той е изглеждал неуверен, объркан и тъжен. “Кой е този човек?” попитала брат си. Уигнър ѝ обяснява, че това е един от най-видните посетители на града, миналогодишен лауреат на Нобелова награда. Когато той прибавя, че Дирак не обича да се храни сам, тя подхвърля: “Тогава покани го да седне при нас”. Така започва обедът, който променя живота на Дирак. Трудно би се намерил по-силен контраст от този между неговата и нейната личност: Колкото той е сдържан, мълчалив, обективен и студен, толкова тя е приказлива, импулсивна, субективна и темпераментна – тъкмо екстровеертият тип, който Дирак толкова харесва. От време на време те обядват заедно, но това не са уговорени срещи. Дирак е погълнат от работа в своя кабинет във Файн Хол и в квартирата, която е наел. Така че колегите му не виждат той да проявява особен интерес към жените.

Във Файн Хол Дирак получава кабинет близо до този на Айнщайн, а между кабинетите им е само този на Уигнър. Айнщайн е най-известната знаменитост на града. Той и съпругата му пристигат в него през октомври 1933 и се установяват в скромно жилище на около пет минути път от центъра на града.

Веблен и неговите колеги доволно потъркват ръце при мисълта, че Айнщайн и Дирак ще заработят заедно, но много скоро става ясно, че между тях няма никакви признаци на сближаване. Работят върху една и съща проблематика, но подходите им са твърде различни: Дирак развива квантовата теория и остава глух за предполагаемите ѝ философски трудности. Айнщайн приветства успехите на теорията, но не ѝ се доверява (през пролетта на 1935 публикува статия заедно с младите си сътрудници Борис Подолски и Натан Розен, в която изразява сериозни съмнения спрямо конвенционалната интерпретация на теорията). Докато Айнщайн се проявява като консерватор в науката, Дирак винаги е готов да отхвърли установените теории – даже и тези, за чието създаване той е допринесъл. Друго препятствие е езикът: със слабия си и единствен чужд език – английския – Айнщайн предпочита да говори на родния си език, на който пък Дирак говори много трудно (и единствено с бежанци от Хитлерова Германия).



Дирак в Принстън, 1958 г.

Повечето време Дирак отделя за преработка на второто издание на *Принципи на квантовата механика*, като го прави по-малко математично и по-малко плашещо. В завършен вид преработката запазва структурата на оригинала и е по-достъпна, макар че с нея се справят само най-надарените студенти. Повечето студенти, които искат с помощта на квантовата механика да правят приложни изчисления, прибягват към текстове с по-практическа насоченост, като са уверени, че фундаменталната красота на теорията е най-ясно представена в тази книга, наричана понякога “библията на съвременната физика”.

Продължавайки да вярва, че математиката осигурява царския път към истината относно основните механизми на природата, Дирак прекарва повечето от времето си в Принстън, като изучава още математика. Това му позволява да открие нов начин за написване на неговото уравнение за електрона, описващо поведението му в пространство-време, чиято геометрия не е от стандартен Евклидов вид (в който сумата от ъглите на триъгълника са сто и осемдесет градуса), а представлява по-екзотичен вариант, разработен от холандския математик Вилхелм де Ситер. Дали това не би позволило квантовата теория на електрона да се съгласува с общата теория на относителността? Резултатът е един малък математически шедевър, който обаче не предлага нови схващания относно природата. Дирак трябваше още да докаже, че неговата идея фундаменталната физика да бъде тласната напред с помощта на перспективна математика може да се окаже плодотворна. Никой от другите водещи теоретици не обръща внимание на това: остават на прагматична почва, търсят идеи в експеримента и се опитват да извлекат поуки от слабите страни на съществуващите най-добри теории.

Един от най-интригуващите за теоретиците въпроси е радиоактивният бета-разпад, при който нестабилно ядро спонтанно изхвърля високоенергетичен електрон. В началото на 1934 Ферми отново демонстрира таланта си на теоретик – този път като формулира първата квантово-полева теория на бета разпада, – с която дава по-ясна представа за ролята на неутрино. Той предлага ясно математическо описание на бета-разпада на атомното ядро, при който един от неутроните се превръща в протон, оставащ в ядрото, и спонтанно се излъчват две нови частици – електрон и безмасово неутрино. Този разпад се причинява от слабо взаимодействие – неизвестна дотогава сила, която действа само на извънредно малки разстояния за разлика от познатите сили на гравитацията и електромагнетизма. Макар Дирак да е възхитен от теорията на Ферми, той не го следва по пътя към сложностите на ядрото. Твърдо убеден е, че най-добрият начин да се напредне е да се фокусираме върху най-простите частици на природата и да черпим вдъхновение от най-красивата математика. Времето щеше да определи доколко това е мъдър избор.

Колегите на Дирак във Файн Хол забелязват, че неистовата му отдаденост на работата е спаднала. Като че ли застоят в квантовата електродинамика подкопава устоите му. Вътрешно той вероятно се е опасявал, че е станал жертва на “Нобеловата болест” – предполагаема пречка лауреатите да повторят качествата на най-доброто си постижение, след като са се върнали от Стокхолм.

Приятелството на Дирак с Манси се задълбочава. Жизнерадостна и приказлива,

макар понякога с труд да намира правилните английски думи, тя притежава рядката способност да го предразполага към общителност. Той ѝ разказва за трудното си детство, за самоубийството на брат си, за баща си, който с деспотизма си го е тласнал към защитна мълчаливост. Манси също доверява своите горчиви преживявания: била е нежелано дете, не толкова мило като сестра си, интелектуално малоценна в сравнение с брат си. Главно за да се измъкне от родителския дом, тя се омъжва едва деветнадесетгодишна. Нейният унгарски съпруг се оказва кръшкач и плейбой и осемгодишният ѝ брак с него е същинско бедствие, в което



Манси и Дирак

единствените светли моменти са раждането на сина ѝ Габриел и на дъщеря ѝ Джуди. Решава да се разведе и накрая е свободна, две години преди да замине за Принстън. Настанява се при Юджийн, за да смени обстановката, но е обещала на децата си, оставени на грижите на гувернантка, да се върне при тях в Будапеща за Коледа.

Макар да нарича себе си “научна нула”, Манси живо се интересува от международна етика, политика и често поразява специалистите със знанията си, но заедно с това ги смущава с пълната липса на обективност. Тя като че ли мисли не с ума си, а със сърцето си. Религията е болен въпрос за нея. До 1915, когато е на единадесет години, семейството ѝ неохотно споделя еврейската вяра, но след това се прехвърля към лютеранството. По времето, когато среща Дирак, тя вече не храни религиозни чувства, но също така не понася враждебно отношение спрямо религията.

С живия си интерес към изкуствата Манси внушава на Дирак интерес към музиката, художествената литература, киното и балета.

Десетина дена преди Коледа на 1934 Дирак научава смразяваща новина. Писмо от Ана Капица му съобщава, че Съветското правителство е задържало Пьотр Капица в Москва. “Това – пише Ана – е ужасен удар върху Капица” и по-нататък моли Дирак да се обърне към руския посланик във Вашингтон.

Капица много пъти пренебрегвал предупрежденията на свои приятели да не си играе с огъня, когато всяко лято през отпуската се връща в Русия. Раздразнено от забягването на Гамов и други съветски учени, сталинското правителство решава да задържи учените, които да помагат за строежа на социализма. На Капица е забранено да се върне в Кеймбридж, макар че това не се отнася за семейството му.

През пролетта на 1935 кампанията за освобождаването на Капица не се развива успешно. В Кеймбридж недоброжелателно настроени колеги пускат слухове за връзка на Капица със шпионска дейност в полза на СССР. Опитите на Ръдърфорд да намери решение се оказват безуспешни.

След заминаването на Манси, в средата на януари 1935, Дирак продължава ру-

тинната си: работи до обяд в кабинета си във Файн Хол, обядва заедно с Уигнър и с един от най-необикновените посетители на Принстън – белгийския теоретик абат Жорж Льомер. Той е аматьор и изтънчен познавач на пиесите на Молиер, виртуозен интерпретатор на Шопен и единственият член на физическия сектор, носещ висока колосана яка. Дирак го е виждал през октомври 1923, когато започва научната си работа, а Льомер е един от аспирантите на Едингтън. Четири години по-късно Льомер въвежда в науката идеята, че вселената възниква, когато едно малко яйце – “първичен атом” – внезапно експлодира и създава материята на вселената. Съвсем независимо от него руският математик Александър Фридман прилага Айнщайновата обща теория на относителността към вселената като цяло и показва, че някои от математическите решения на уравненията съответстват на разширяваща се вселена. Това изследване е публикувано само на руски и първоначално остава незабелязано.

Картината на Фридман – Льомер за вселенското раждане не съответства на библейската представа, но това не смущава Льомер, който смята, че Библията не проповядва наука, а сочи пътя към спасението. Дирак намира, че Льомер е много приятен като събеседник и не е така вярващ, както би могло да се очаква от един абат. Вероятно при тези разговори с Льомер у Дирак се пробужда интересът към космологията и скоро това става негов главен интерес. За момента обаче той е зает с математика и квантова физика. След работа чете някоя от книгите, които Манси му е препоръчала (включително *Мечо Пух*), ходи на кино заедно със съпрузите Фон Нойман и, окуражен от Манси, посещава концерт в университета, където слуша разтърсващата последна соната на Бетовен, изпълнена от австрийския виртуоз Артур Шнабел – още един еврейски беглец от Хитлерова Германия.

Манси е в Будапеща при децата си. Пише на Дирак всяка седмица. Описва му семейството си, съобщава му новини и клюки, настоява той да ѝ пише по-често. Тя знае, че трябва да вземе инициативата, ако иска да събуди у него първия романтичен квант. Бомбардира го с въпроси относно живота му в Принстън до най-малките подробности. Отговорът му е смразяващ: “Ти би трябвало да мислиш по-малко за мен и да се интересуващ повече от своя собствен живот и от хората около теб. Аз съм много различен от теб. Лесно свиквам да живея сам и да се срещам с много малко хора”. След като Манси се оплаква, че той не отговаря на въпросите ѝ, Дирак препрочита писмата ѝ, номерира ги и ѝ праща табулираните си отговори на въпросите, които по-рано е пренебрегнал:

Писмо Номер	Въпрос	Отговор
5	Какво ме прави толкова тъжна?	Нямаш достатъчно интереси.
5	Кого друг бих могла да обичам?	Не очаквай аз да ти отговоря.
5	Разбираш ли, че много бих искала да те видя?	Да, но нищо не мога да направя
6	Знаеш ли как се чувствам?	Не съвсем. Ти се мениш твърде бързо
6	Имаше ли някакви чувства към мен?	Да, в някаква степен.

Когато получава този списък, Манси първоначално смята, че Дирак ѝ се подиграва, но после решава, че това е доста смешно. С всяко следващо писмо тя флиртува все по-дръзко, но Дирак не коментира, докато не се уверява, че е взет на прицел. И се озъбва: “Трябва да знаеш, че не съм влюбен в теб. Бих грешал, ако се преструвах, че съм. Тъй като никога не съм бил влюбен, не бих могъл да се ориентирам в тънките нюанси на чувствата”.

Но Манси не може да бъде разколебана. Макар Дирак да парира нейните многократни пожелания да го придружи на предстоящото му пътуване в Русия, тя твърдо е решена да се срещне с него преди края на лятото.

Задържането на Капица става всеобщо известно, когато британският вестник *News Chronicle* съобщава това на 24 април 1935. Самият Капица пише отчаяни писма на жена си Ана в Кембридж. Сталиновите копои го следят, четат писмата му, оклеветават го.

Но плановете на съветското правителство спрямо него не са за неговото пускане зад граница, а да го отрупа с материални блага, да създаде за него нов Институт за физически проблеми и да го направи директор, да му осигури апартамент в Москва, кола, вила в Крим. Капица обаче не знае за това, мечтае за своята лаборатория “Монд”, мечтае да бъде със семейството си и с приятелите в колежа “Тринити”.

Когато научава за положението на Капица, Дирак решава да се вслуша в идеята на Ана той да се срещне с първия съветски посланик в САЩ, приятеля на Сталин Александър Трояновски. Заедно с това Дирак участва в три последователни конференции във Вашингтон, разяснява на колегиума трудностите на Капица и организира петиция за неговото освобождаване.

На срещата с Трояновски Дирак, придружаван от Миликан, получава уверенията на посланика, че ще предаде в съветското правителство тяхната загриженост за Капица и техните препоръки за изход от положението.

В писмо до Ана Капица Дирак предава състоялия се разговор и заедно с това обещава, че при пътуването си в Русия ще направи всичко възможно да освободи Капица.

Глава 20

На 3 юни 1935 Дирак отплува с японския кораб *Адзума Бура* по маршрут Япония, Китай, СССР. По същото време Манси се шляе из Будапеща, докато изчаква пристигането на своята първа кола – подарения от баща ѝ шестцилиндров Мерцедес Бенц. Тя е убедила Дирак да я посети в Будапеща в края на пътуването си.

Шест седмици след отпътуването си от САЩ, Дирак пристига на московската железопътна гара. Остава поразен от контраста между свежия пролетен Принстън и зловонието на развалени яйца, надвиснало над съветската столица. Хората по улиците са със землист цвят на лицата, облечени са бедняшки. Дирак остава там съвсем за кратко и предпочита да бъде заедно с Капица в неговата *дача* в село Болшево, на петдесетина километра на юг от Москва. По този повод Капица пише на жена си:

Пристигнахме тук заедно с Там и оттогава непрестанно разговаряме, разхождаме се, плуваме с лодка. Дирак се отнася с мен много добре и аз раз-

бирам какъв добър и лоялен приятел е той. Разговаряме за най-различни неща и това ми действа много освежаващо. Посещението му възроди спомените ми за уважението, на което се радвах в Кеймбридж.

Двамата приятели са заедно почти три седмици. Настроението на Капица трудно се поправя, след като е научил, че съветските власти по неизяснени причини пращат в лагер Дима Иваненко. Капица обмисля дали да не се откаже от физиката и да започне изследвания по физиология, така че да сътрудничи с най-видния руски учен – застаряващия, но все още деен Иван Павлов.

Когато към началото на септември Дирак отпътува от Москва, вече става ясно, че на Капица е забранено да се върне в Кеймбридж. Дирак разбира, че е загубил първата си дипломатическа битка.

Последният етап от пътуването е нещо като антидот за преживяното разочарование – Дирак посещава Манси в Будапеща. Аристократичните родители на Манси са удивени от този непохватен човек, за когото те почти нищо не знаят и който е в странен контраст с тяхната емоционална и контактна дъщеря. Но за деветдневния престой на Дирак се уверяват, че двамата се разбират много добре и прекарват чудесно в разходки из Будапеща с новата кола на Манси. Когато се завръща в Кеймбридж, Дирак пише на Манси: “Беше ми много тъжно, когато се разделяхме, и все още чувствам, че много ми липсваш. Не разбирам защо трябва да е така, защото обикновено не ми липсват хората, с които съм се разделил. Предполагам, че ти прекалено много ме разглезваш, когато съм с тебе”.

Дирак вероятно би бил най-щастлив, ако, подобно на Айнщайн, никога не беше се занимавал с аспиранти. Така е до академичната 1935-36 година, когато той поема двамата аспиранти на преместилия се в Единбург Макс Борн. Според схващанета на Дирак задължението му само е да насочи аспирантите към интересна теоретична концепция и след това да прегледа направеното от тях; от аспирантите зависи изцяло каквато и да е инициатива. Само най-талантливите и независимо мислещи аспиранти биха могли да процъфтяват при такъв режим на работа. Това са го знаели както администрацията на Кеймбридж, така и самият Дирак. Но неколцина надарени младежи търсят точно такова ръководство; между тях са индийският математик Хариш-Чандра и пакистанският теоретик Абдус Салам; и двамата са част от една закономерност, а именно повечето най-успешни ученици на Дирак са чужденци.

Дирак окуражава учениците си да следят най-новите публикации по теоретична физика, а също да имат поглед върху най-последните експериментални постижения. Но неговата вяра в правдивостта на новите експериментални резултати силно е разколебана от едно събитие, което се случва през есента на 1935. Дирак чува, че чикагският експериментатор Робърт Шанкланд е открил доказателство, че, в разрез с един от основните принципи на науката, в някои случаи енергията не се запазва – той установява, че при разсейване на фотони от други частици пълната енергия на частиците преди разсейването не е същата като тази след разсейването. Като не допуска

предпочитанието му да се ръководи от математиката, а да се придържа към експеримента, Дирак надушва настъпваща революция и през декември написва на Там писмо, в което обсъжда следствията от резултатите на Шанкланд. Първо, неутриното повече не би било нужно, доколкото Паули беше основал всички свои аргументи за неговото съществуване върху закона за запазването на енергията. Второ и още по-съществено, доколкото експериментът на Шанкланд включва светлината, неговите резултати биха могли да представляват намек, че енергията не се запазва, когато частиците се разсейват при скорости, близки до скоростта на светлината. Ако е така, посочва Дирак, би имало смисъл да запазим основната теория на квантовата механика, която е валидна за сравнително ниски скорости на частиците, макар че релативистичните обобщения на теорията, каквато е квантовата електродинамика, би трябвало да се изоставят. Няколко дена по-късно на семинара на Капица (който продължава да се събира въпреки отсъствието на неговия основател) Дирак докладва за изводите си от резултатите на Шанкланд. За повечето физици експериментите изглеждат ненадеждни и мнението им е да се изчака, докато резултатите бъдат проверени по независим начин. Но Дирак не може да чака: през януари 1936, в статия в списание *Nature*, той излага заключението си от резултатите на Шанкланд в кратка статия без никакви уравнения, в която коментарите му са адресирани до цялата научна общност. Ако Шанкланд е прав, пише Дирак, квантовата електродинамика ще трябва да се изостави и добавя “повечето физици ще бъдат много доволни да видят нейния край”. Произнесени от един от откривателите на релативистичната квантова механика и на полевата теория, това са поразителни думи. В частни разговори Хайзенберг отхвърля казаното от Дирак и го нарича “глупости”. Айнщайн не прикрива задоволството си: “много се радвам, че един от истинските експерти сега се произнася за изоставянето на ужасната “квантова електродинамика”. Шрьодингер, загубил илюзията относно конвенционалната интерпретация на квантовата теория, е доволен, че Дирак по очевиден начин се е присъединил към групата на недоволните. Бор, който през 1924 е един от първите, които допускат, че е възможно енергията да не се запазва при всеки атомен процес, в публичните си изяви е по-малко критичен, макар че възприема скептично резултатите на Шанкланд.

Експериментаторите, включително и Блакет в Лондон, променят програмите си и започват да проверяват резултатите на Шанкланд. Обаче няколко месеца по-късно става ясно, че той е допуснал грешка и че в действителност енергията се запазва. Лъжливата тревога прави силно впечатление на Дирак. Година по-късно той пише разочаровано на Блакет: “След Шанкланд аз се чувствам твърде скептичен спрямо всякакви неочаквани експериментални резултати. Смятам, че би трябвало да се изчака около година, за да се изясни дали по-нататъшните експерименти не противоречат на предишните резултати и тогава да започнем да ги обсъждаме. Склонността на Дирак да вярва на вълнуващите нови наблюдения винаги изчезва.

Приключенският му дух остава незасегнат и той променя изследователската си тематика от квантова физика към космология, т.е. от мащаб милионни от сантиметъра към мащаб хиляди светлинни години. Айнщайновата обща теория на относителността

осигурява надеждна теоретична основа за съвременната космология, но затрудненията идват от липсата на надеждни данни. Като следствие от това космолозите теоретици разполагат с повече възможности за маневриране, отколкото е полезно за тях, и те трябва силно да се опанят на своята интуиция.

Няма съмнение, че най-успешният наблюдател сред астрономите е бил бившият адвокат Едуин Хъбъл, американски англофил на четиридесет и няколко години. Той предизвиква цяла сензация сред обществото, когато през 1929 изказва предположението, че галактиките не остават неподвижни една спрямо друга, а непрекъснато се раздалечават. Във формулирания от него закон, станал по-късно известен като “закон на Хъбъл”, той използва данните от своите наблюдения и стига до извода, че колкото по-далечна от Земята е една галактика, толкова по-бързо галактиката се отдалечава от нея. Тази картина на разбягващи се галактики се съгласува с теорията на Лъометр за “първичния атом”, с която се обяснява произходът на вселената и която е предшественик на съвременната теория на Големия взрив.

Дираковата гледна точка относно това съзрява след няколкомесечни разсъждения – по същото време, когато обмисля най-важното решение на своя живот: дали да се ожени за Манси? Ето една сърдечна, грижлива и образована жена, от онзи екстривен тип, който той харесва, и една от малкото, които имат търпението да извлекат на бял свят неговите човешки черти. От друга страна тя е импулсивна, темпераментна и властна. Би ли могъл да бъде щастлив с жена, която притежава нещо от диктаторската личност на неговия баща? Знаел е, че е безсмислено да обсъжда това с майка си, която не би допуснала никаква конкуренция спрямо неговата лоялност. Също така не би било разумно да се иска съветът на Уигнър, чиито симпатии биха били поделени; а и самият той е имал свои проблеми. Чувствайки се недооценен в Принстън, Уигнър се е преместил в Медисънския университет, щат Уисконсин, и обмисля дали да се ожени за колежката си Амелия Франк – една от малкото жени в квантовата физика. Когато Уигнър поканва Манси да го посети и да каже впечатлението си от приятелката му, тя използва откритата се възможност да отпътува при Дирак в Кеймбридж с най-люксовия в света кораб *Queen Mary*. Все още колебаещият се Дирак решава да срещне Манси с Изабел Уайтхед за нещо, което Манси веднага разбира, че е неофициален разпит. След заминаването на Манси той, вече по-спокоен, ѝ съобщава впечатлението, което е оставила :

Г-жа Уайтхед те харесва. Ти си необикновена и с детска простота. Смята, че трябва бързо да решавам и също че трудно ще се сработим, защото сме твърде различни.

Докато чака на пристанището пристигането на Манси, Дирак вече е взел своето решение. По пътя за Лондон, в спортната кола *Триумф*, Дирак отбива от пътя и задава на Манси въпроса: “Искаш ли да се омъжиш за мен?”. Тя приема незабавно. Когато Дирак съобщава новината на майка си, тя естест-

вено е шокирана, но намира сили да ги поздрави и предлага да отпътува за Лондон и ден преди Коледа да се срещне с бъдещата си снаха. Срещата става в луксозния хотел “Империал”, където е отседнала Манси. В разговор на четири очи между тях са разменени реплики, за които Фло дава пълен отчет:

ФЛО: Скоро ще имате ново брачно легло.

МАНСИ: О не, аз трябва да разполагам със собствена спалня. Не мога да позволя на Дирак да влиза в нея.

ФЛО: Тогава защо се омъжваш за него?

МАНСИ: Аз много го харесвам и искам да имам собствен дом.

Коментарът на Фло е незабавен: “Предполагам знаеш, че за нея това е само договор за ‘брак по сметка’?”

Майка му добре знае как да го разколебае. Тя разполага само със седем дена, за да го накара да преоцени постигнатото от него равновесие между разум и чувства.

Глава 21

В съботната сутрин на 2 януари 1937 Дирак и Манси сключват брак в Регистрационното управление на Холбърн, в централен Лондон. Той се е оженил за своята античастница – жена, която е почти негова противоположност по характер и темперамент, – също както е направил баща му преди тридесет и осем години. Това се беше оказало губелно, имащо за резултат нещо подобно на взаимна аниhilация, така че Дирак навярно се е страхувал – най-малко подсъзнателно, – че историята би могла да се повтори.

След медения месец, докато Манси е в Будапеща заедно с Бети, Дирак търси в Кеймбридж постоянно жилище и изпълнява длъжността си на Лукасов професор. Чувствайки се самотен, той пише на жена си “първото любовно писмо, което някога съм писал”:

Манси, мила, ти си ми много скъпа. Ти извърши чудодейна промяна на живота ми. Ти ме направи човечен. Аз ще бъда способен да живея щастливо с теб даже ако повече нямам успех в работата си. Чувствам, че животът ми си струва да бъде изживян, ако дори само те правя щастлива и нищо повече.

Както изглежда, Манси е била не по-малко замаяна: “Ако по някаква причина – война или нещо друго – аз не бих могла повече да те видя, то не бих могла да обикна никой друг.”

“Някои смятат, че съм се оженил доста неочаквано” – пише Дирак на жена си. Измежду изненаданите от брака на Дирак е и Ръдърфорд, който пише на Капица: “Последната новина е, че Дирак беше запленил от чара на една унгарска вдовица с две деца” и загадъчно добавя: “Струва ми се, че ще са нужни способностите на опитна вдовица, която да се грижи за него”. Няколко дена по-късно Дирак пише на Капица и му съобщава новината: “Научи ли, че аз се ожених през ваканцията?” Капица вероятно

е бил изненадан, защото смятал, че познава Дирак добре, но не е знаел, че той има връзка с някаква жена. Ана Капица бързо написва на Манси, макар да не я е срещала:

Драга г-жо Дирак (звучи твърде официално, но той даже не ни съобщи Вашето име!),

Надявам се да бъдете много щастлива с този странен човек, но той е удивително същество и ние всички много го обичаме. Много искаме да ни дойдете на гости през лятото.

Ваша, Ана К.

В началото на септември Диракови се преместват да живеят в своя голям нов дом, разположен в тих район в южната част на града. Интериорът на дома е в стила на вещите, които Манси е докарала от будапещенския си апартамент – капризни тежки мебели, пъстри дебели килими и традиционни картини на пейзажи.

Деца на Манси идват да живеят при тях в Кеймбридж и започват да учат в местните училища. Макар Дирак никога да не е осиновявал официално Джуди и Габриел, той се грижи за тях като за свои деца и никога не говори за тях като за доведени деца. Но иска също да има свои собствени биологични деца.

Няколко дена след завръщането си от медения месец Дирак завършва своя първи принос към космологията. Ако физиците знаеха върху какво работи, те вероятно биха очаквали нов възглед за строежа на вселената или свеж подход към Айнщайновата теория на гравитацията. Но не е нито едното, нито другото. В писмо от 650 думи до *Nature*, в което няма почти никаква математика, той излага една проста идея относно числата, които описват вселената в най-голям мащаб. Веднага след като прочита това писмо, Бор отива в кабинета на Гамов в Копенхагенския институт и казва: “Виж какво става с хората, когато се оженят”.

Дираковата космологична идея не е напълно оригинална, доколкото в нея проличава силното влияние на Едингтън. Ексцентричният Едингтън вече е изоставил изследванията в традиционната космология и прекарва времето си в опити да изведе някои от най-важните числа в науката – като например броя на електроните във вселената, – но не посредством системни проучвания, а по чисто мисловен път. Повечето теоретици, включително и Айнщайн, смятат, че това е фокусничество: теоретичната физика търси да разкрива общи принципи, а не да обяснява числата, възникващи в процеса на изследването. По неуважителните думи на Ръдърфорд: “Едингтън прилича на религиозен мистик и... не е с всичкия си”.

В статията си в *Nature* Дирак изтъква, че вселената се характеризира с няколко числа, които, изглежда, са свързани помежду си по прост начин. Той се фокусира върху три числа, всяко от които е с оценъчни стойности:

1. Броят на протоните в наблюдаемата вселена. Експерименталната оценка е приблизително 10^{78} , т.е. 10, умножено на себе си 77 пъти.

2. Големината на електричната сила между електрон и протон, делена на силата на гравитационното привличане между тях. Оказва се, че тя е близо 10^{39} .

3. “Диаметърът” на наблюдаемата вселена, делен на “диаметъра” на електрона (според простата класическа картина на електрона), е приблизително 10^{39} .

Първото удивително нещо за тези числа е, че те са в огромна степен по-големи от всички други числа, срещани в науката: например 10^{39} превишава броя на атомите в човешкото тяло стотици милиарди пъти. Втората забележителна черта е, че най-голямото оценено число, 10^{78} , е равно на квадрата от по-малкото. Това, разсъждава Дирак, може да не е съвпадение, а по-нататък допуска, че тези числа могат да се окажат свързани в извънредно прости уравнения, като например

	коefficient
“диаметър” на наблюдаемата вселена, делен на “диаметъра” на електрона	x (големината на електричното привличане между електрон и протон, делена на силата на гравитационното привличане между тях)
и	
брой на протоните в наблюдаемата вселена	друг coefficient (“диаметър” на наблюдаемата вселена, делен на “диаметъра” на електрона)

След като отбелязва, че и в двата случая коефициентът е около единица, Дирак предлага следното обобщение: така е във всички случаи – всеки две големи числа, възникващи в природата, са свързани от много прости релации и коефициентите са близки до единица. Това е хипотезата на Дирак за големите числа, която е следствие от неговото убеждение, че в основата на природните механизми се намират прости закони.

Това предположение има едно интригуващо последствие: тъй като с непрекъснатото разширяване на вселената наблюдаемият ѝ диаметър непрестанно расте, от това следва, че отношението на този диаметър към радиуса на електрона не може винаги да има съвременната си стойност 10^{39} , а с течение на времето непрекъснато се е увеличавало. Ако Дирак правилно е допуснал, че това число е свързано с отношението на електричната към гравитационната сила на привличането между електрон и протон, то от това би следвало, че относителните големина на тези сили трябва да са се изменяли с течение на времето, както Милн е допуснал няколко години по-рано. Дирак твърди, че като следствие от това силата на гравитационното привличане намалява пропорционално на възрастта на вселената: когато възрастта се удвоява, гравитационната сила намалява двойно.

Ако Дирак е очаквал приема, с който обикновено са посрещани повечето негови статии, той сигурно е претърпял разочарование: тази статия е посрещната със студено мълчание. А философът астрофизик Хърбърт Дингъл публикува остра статия в *Nature*, в която говори за “псевдонаука на космитоологията” и изразява съжаление, че Дирак е станал “жертва на универсомания”. Мнозина от колегите на Дирак споделят мнението на Бор, според когото Дирак е направил “грешна стъпка към псевдомистичната космология на Едингтън и Милн”.

Това обаче не нанася особена вреда на репутацията на Дирак. През октомври 1937 Институтът за авангардни изследвания в Принстън поставя Дирак на първо място в списъка на учените, които би желал да назначи; втори е Паули.

Към края на юли 1937 Диракови пристигат във вилата на Капица в Болшево, където прекарват три идилични седмици. Не са знаели, а едва ли са могли да се досещат, че в минаващите затворени камиони с надпис “Месо” или “Зеленчуци” са били карани “врагове на народа”, за да бъдат измъчвани, разстрелвани и погребвани в горите около столицата, на която Дирак толкова се възхищава, гледайки я през бинокъла си.

Семействата на Дирак и Капица знаят, че живеят в неспокойно време, но едва ли се досещат, че ще се съберат отново едва след двадесет и девет години.

В обедните часове на 25 октомври 1937 Дирак е сред двете хиляди души, дошли в Уестминстърското абатство, за да отдадат последна почит на Ръдърфорд. Правителствената администрация е решила, че Ръдърфорд е заслужил да бъде погребан в алеята на учените, наред с Нютон, Дарвин и Фарадей. На погребалната церемония присъства представител на Краля, членове на кабинета, осемдесет учени от Кеймбридж, чуждестранни гости, между които Нилс Бор, и много други.

Два дена по-късно Дирак праща съболезнователна телеграма на Капица, който тъжи също така във връзка с неотдавнашната смърт на майка си. В отговора си Капица не споменава, че смъртта на Крокодила е настъпила точно по времето, когато той осъществява своето най-вълнуващо откритие – при достатъчно ниски температури течният хелий започва да протича без никакво съпротивление. Този “свръхфлуиден” хелий може да изпълзва спонтанно по стените на контейнера и да се държи по странен начин, който никак не се побира в представите на класическата физика, но който по-късно бива обяснен с помощта на квантовата механика. *Nature* публикува резултатите на Капица в своя декемврийски брой заедно със статията на двама експериментатори от “Монд”, които също съобщават за откриването на свръхфлуидността.^[3]

След смъртта на Ръдърфорд директор на Кавендиш става кристалографът Сър Лорънс Браг, под чието ръководство лабораторията работи по нова тематика, кулминация на която е откритата от Уотсън и Крик през 1953 спираловидна структура на ДНК.

В края на 1938 договорът на Германия с Италия, Франция и Великобритания развързва ръцете на Хитлер да окупира Чехословакия. Министър-председателят Невил Чембърлейн не иска и да чуе предупрежденията на своя политически опонент Уинстън Чърчил, че амбициите на Фюрера трябва да бъдат спрени със сила.

Докато в Англия политическите спорове продължават, двама немски химици, Ото Хан и Фриц Щрасман, правят откритие, което ще промени хода на историята. Направеният от тях експеримент на пръв поглед изглежда необясним: когато неутрони се изстрелват срещу съединения на уран, образуват се нови химически елементи, които са много по-леки от очакваното. След няколко седмици, в началото на януари 1939, става ясно, че Хан и Щрасман са наблюдавали разцепването на отделни ураниеви ядра на две други ядра всяко от които е с приблизително половината маса на изходното ядро – подобно на камък, който се разцепва на две приблизително еднакви по размер парчета. По аналогия с клетъчното деление в биологията процесът е наречен “ядрено деление”. Ключовият момент е, че количеството освободена енергия при делението на ядро превишава енергията, получавана от смяната на атомните партньори при горенето на газ, въглища и други изкопаеми с над милион пъти. Това е огромен мащаб на енергодобив.

Възможността за използване на ядрената енергия е предсказана от Едингтън още през 1930, но три години по-късно, през 1933, на годишната сесия на Британската асоциация, Ръдърфорд осмива прозрението на своя колега, наричайки го “илюзия”. Но когато на следващия ден Лео Сцилард прочита за това предсказание в *The Times*, той се досеща, че ядрената енергия би могла да се улови по-лесно, отколкото е смятал Ръдърфорд. “Ако се намери елемент, който се разцепва от един неутрон, а при това се отделят два неутрона, и ако се събере достатъчно голяма маса от този елемент, тогава би могла да се поддържа верижна ядрена реакция. Когато по-късно научава за разцепването на урана, Сцилард се досеща, че въпросният химически елемент трябва да е уран.

Откриването на ядреното деление в навечерието на катастрофален военен конфликт е едно от най-трагичните съвпадения в историята. Дирак и другите учени, които разбират перспективата да бъде създадено ядрено оръжие, са разтревожени от факта, че откритието е направено в Берлин – столицата на Хитлерова Германия. Сцилард е убеден, че ако уранът по принцип може да поддържа верижна ядрена реакция, тогава резултатите трябва да се пазят в тайна от Хитлеровите учени, включително Хайзенберг и Йордан.

През август, докато е на почивка във Френската Ривиера със семейството си, Дирак научава за пакта за ненападение, сключен между Хитлер и Сталин. Това е моментът, който Джордж Оруел нарича “мрачната нощ на столетието”.

От този момент нататък Дирак ще престане да се интересува от проблемите на обществото и ще се концентрира върху семейството си, което предстои скоро да се увеличи – Манси е бременна.

Глава 22

Към началото на февруари 1940, когато Дирак люлее в ръцете си своята новородена дъщеря Мери, Рудолф Пайерлс мисли върху ядреното оръжие. Подобно на повечето учени той е убеден, че в крайна сметка то няма да е възможно. Нилс Бор и

Джон Уилър бяха наложили аргумента, че деленето на урана от бавни неутрони се дължи изцяло на редкия изотоп ^{235}U , съдържащ общо 235 ядрени частици, а не на много по-разпространения изотоп ^{238}U , който съдържа 238 частици. В природния уран само по-малко от един процент е ^{235}U , а останалото е почти изцяло ^{238}U . Така че, ако се направи ядрена бомба от естествен уран, верижната реакция в нея почти веднага би затихнала. Но един от Бирмингамските колеги на Пайерлс, Ото Фриш,, който заедно с леля си Лизе Майтнер пръв обяснява ядреното деление, намира пробив в този извод. Фриш и Пайерлс оценяват, че количеството ^{235}U , необходимо за поддържане на верижната реакция, е около половин килограм, т.е. има обема на топка за голф. Макар да е трудно и скъпо да се произведе такова количество от редкия изотоп, в сравнение с обичайните военни разходи това е смешно малко. След като оценяват, че пречиствателният процес може да трае само няколко седмици, Фриш и Пайерлс разбират, че в крайна сметка атомната бомба ще бъде възможна. Заедно с това те са ужасени от мисълта, че германците вече са направили своите пресмятания и че Хитлер би могъл пръв да се сдобие с бомбата.

В Обединеното кралство са създадени няколко групи, които да търсят начини за разделяне на урановите изотопи от естествената руда. Учените в тези групи са знаели, че през 1934 Дирак е измислил метод за такова разделяне: това е метод за разделяне на изотопи посредством центробежна газова струя. В късната есен на 1940 Дирак научава, че неговият отдавна забравен експеримент би могъл в крайна сметка да послужи за създаването на ядрената бомба. Скоро след това той ще бъде притискан да възобнови разработката на своя метод, за да го приложи в разделянето на двата уранови изотопа.

Исходната идея на Дирак е газовата струя на сместа да се отклонява в широк ъгъл, така че по-тежкия и поради това по-бавен изотоп да се отклонява по-малко от по-лека, което има за резултат разделянето на двата изотопа. Дирак се опитва да намери обща теория на всички процеси, които биха разделили по този начин изотопната смес, като търси условия за най-ефикасното разделяне.

Първия свой доклад върху тази теория той представя в конфиденциален меморандум от три страници. В доклада се описва не само неговият собствен метод за струйно разделяне, а също всички други мислими начини за разделяне на изотопи в течна или в газова смес посредством вариране на концентрацията на изотопите. Разделянето би могло да се постигне било чрез подлагане на сместа на центробежна сила, било чрез температурно изменение по сечението на контейнера. При непрестанните си срещи и обсъждания с инженери, проектанти и техници Дирак развива още няколко начина за разделяне на изотопи – всичките основани на неговия първоначален метод на центробежната струя.

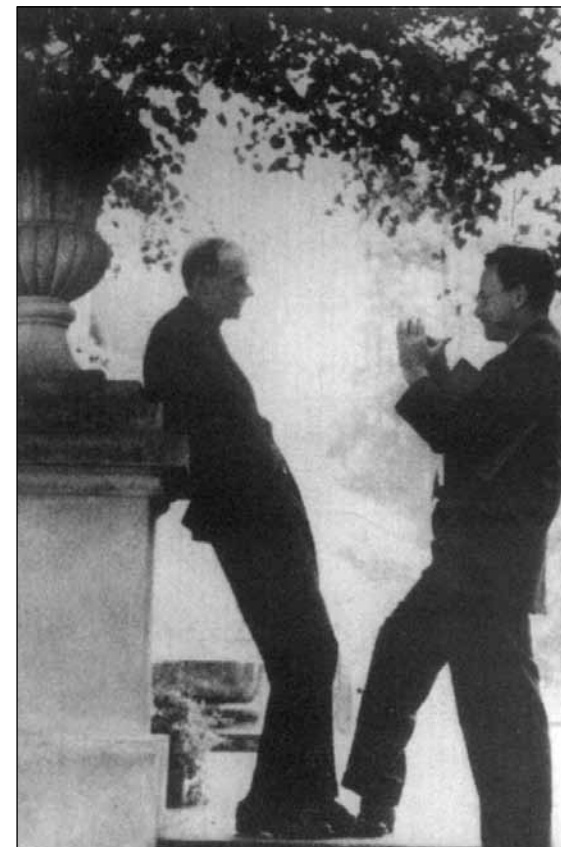
Оксфордската група построява един от Дираковите проекти и той заработва. Но методът му се оказва по-малко ефикасен от техниката на газовата дифузия, при която се използва фактът, че атомите на два изотопа в термично равновесие имат различни средни скорости: по-леките атоми са по-бързи и затова по-лесно дифун-

дират през мембрана в сравнение с по-тежките като по този начин сместа се разделя. В крайна сметка на този етап на изследванията надделява методът на газовата дифузия и Дираковата идея е изоставена.

Макар да е зает през повечето време с работа по отбраната, Дирак не престава да размишлява за квантовата механика. Във връзка с награждаването му с медала “Бейкър” на Кралското общество, той подготвя специално за целта лекция относно новите си разбирания в тази област. На 19 юни 1941 мнозина лондончани посещават лекцията му, верни на убеждението, че трябва да поддържат ежедневиия си ритъм на живот и да посещават лекции върху въпроси, които нямат никакво практическо значение.

Точно в 16.30 ч. Дирак се качва на подиума и обяснява кои са причините той да е недоволен от съвременното състояние на квантовата механика; задава си въпроса защо първата версия на квантовата механика – тази на Хайзенберг и Шрьодингер – е така красива, докато релативистичната версия е така болнава? Би било възможно, посочва той, да се отстрани една от патологиите на релативистката теория – фотоните с отрицателна енергия, – като се приложи нов вид техника (наречена по-късно “индефинитна метрика”). Макар да не е панацея, тази техника прави силно впечатление на квантовите физици, а дори Паули пише на Дирак колко е впечатлен. Изводът на Дирак в края на лекцията е, че “съвременните математически методи не са окончателни и че ще бъдат необходими твърде драстични подобрения.

Той обаче добре разбира, че войната налага други насоки на усилията на най-добрите научни улове.



Дирак и Файнман, 1972 г.

Бележки на преводача

1. Освалд Веблен – първият декан на Математическия отдел в Института за авангардни изследвания. Вж. *Светът на физиката* № 1-4 (2005) Четиво с продължение “КОЙ НАСЛЕ-

ДИ КАБИНЕТА НА АЙНЩАЙН? Ексцентричност и гениалност в Института за авангардни изследвания”.

2. Ейбрахам Флекснър – служител на Рокфелеровата фондация, отговарящ за преустройството на американското висше образование. С дарените през 1929 от Луис Бамбергер и сестра му Карълайн Фулд 5 млн долара организира създаването на Института за авангардни изследвания (вж. цитираното в т. 1.)

3. Другите двама автори са експериментаторите от Кеймбридж Алън и Мизнър. Опитните резултати, съобщени в двете статии, напълно съвпадат. През 1978 П.Л.Капица получава Нобеловата награда за изобретения и открития в областта на физиката на ниските температури. “Трябва не само да заслужиш наградата, но и да живееш достатъчно дълго, за да я получиш” коментира лауреатът П.Л.Капица (1894-1984).

“Ефектът на дълголетника” е много ярко изразен при руските учени. Напр. А.А.Абрикосов получава Нобеловата награда за откритие, направено преди 46 години. Шампион е В.Л.Гинзбург, за когото наградата идва цели 53 години след откритието.

(Graham Farmelo. **THE STRANGEST MAN** – *The Hidden Life of Paul Dirac, Quantum Genius*. **faber and faber**, London, 2009).

Превод (със съкращения): **М. Бушев**

Присъединете се към групата на списанието във facebook –
[http://bg-bg.facebook.com/people/
Списание-Светът-на-Физиката/100000755959723](http://bg-bg.facebook.com/people/Списание-Светът-на-Физиката/100000755959723)
за да научавате веднага новините, свързани с физиката

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

Нашиите автори:

Никола Балабанов – проф., ПУ „Паисий Хилендарски”

Олег Максименко – д-р, ИТЭФ, Москва, Русия

Вячеслав Семенович Степин, академик, директор на
Института по философия към РАН

Мъри Гел-Ман – проф., Калифорнийски технологичен институт

В книжка 4/2011 г. на “Светът на физиката” четете:

И. Тодоров – Паскуал Йордан – забравен създател на квантовата механика

Ч. Стоянов – Диполни преходи в атомните ядра

Т. Маскава – „За какво ни говори нарушаването на СР-симетрията”
(Нобелова лекция, 2008)

Я. Хъчкинсън – Дж. К. Максуел и християнската парадигма

М. Бушев – 100 години свръхпроводимост

С. Г. Кара – Мурза – Социалните функции на науката в условия на криза

Г. Фармело – Най-странният човек: скритите страни от живота
на Пол Дирак – квантовия гений – IV част

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 3'2011 THE WORLD OF PHYSICS 3'2011

СЪДЪРЖАНИЕ CONTENTS

НАУКАТА

– Е. З. Мейлихов – Трагичният и щастлив живот на Ърнест Изинг
– О. Максименко – Огледалната материя
– Ю. Александров, Я. Тарароев – Относно възможността за трета революция в астрономията

НАУЧЕН ЖИВОТ

– Юбилейна сесия „100 години от откриването на атомното ядро”

ИСТОРИЯ

– Н. Балабанов – Методът на Ръдърфорд – методология на ядрената физика

НАУКА И ОБЩЕСТВО

– М. Гел-Ман – Някои поуки от едно шейсетгодишно теоретизиране
– Из обръщението на президента Обама към 112 конгрес на САЩ (25 януари 2011)
– В. Степин – Наука и лъженаука
– А. Илков – Дайсън, Вентър и Съселов
– Фр. Дайсън – Когато науката и поезията бяха приятели
– Адриен Ж. Бърк – Изграждане на бъдещите столици на знанието

ФИЗИКА И ОБЩЕСТВО

– А. Абът и др. – Трябва ли да се доверяваме на количествените оценки на научно-изследователската дейност?

ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА

– В. Визгин – Експеримент и чудо

КНИГОПИС

– “Хоризонти на физиката”

PERSONALIA

– К. Коленцов – Успех на физиката в БАН

IN MEMORIAM

– Проф. дфн Николай Костов (1956–2011)

ИНТЕРЕСНО

– О. Йорданов – Интересни веб-страници

ФИЗИКА И ОБУЧЕНИЕ

– И. Джокин – “Астропарти Байкал”

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

– Гр. Фармело – Най-странният човек – част III

THE SCIENCE

– E. Maylihov – The tragic and happy life of Ernest Izing..... 261
– O. Maximenko – The mirror matter..... 273
– Yu. Alexandrov, Ya. Tararoev – Regarding the possibility of a third revolution in astronomy..... 283

SCIENTIFIC LIFE

– Jubilee session “100 years since the discovery of the atomic nucleus” 296

HISTORY

– N. Balabanov – The Rutherford method – methodology of nuclear physics 298

SCIENCE AND SOCIETY

– M. Gell-Mann – Some lessons from sixty years of theorizing 302
– From the Obama speech at the 112-th U.S. Congress (January 25, 2011) 308
– V. Stepin – Science and Pseudoscience 314
– A. Ilkov – Dyson, Venter and Sassellov 324
– Fr. Dyson – When Science & Poetry Were Friends..... 328
– A. Burke – Building the Knowledge Capitals of the Future 338

PHYSICS AND SOCIETY

– Al. Abbott at al. – Do metrics matter? 345

PHYSICS AND METAPHYSICS

– V. Vizgin – An experiment and an miracle 352

BIBLIOGRAPHY

– “Physics’ Horizons” 359

PERSONALIA

– K. Kolentsov – Physics’ success in BAS 360

IN MEMORIAM

– Prof. Nikolay Asenov Kostov (1956–2011)..... 362

INTERESTING

– O. Yordanov – Interesting web-pages 363

PHYSICS AND EDUCATION

– I. Dzhokin – Astroparty Baikal 365

SERIAL

– Gr. Farmelo – The strangest man – part III..... 368

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

том XXXIV, кн. 3, 2011 г.

Издание на Съюза на физиците в България

http://old.inrne.bas.bg/wop/wop_3_2011/

(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>

Олег Йорданов

<oleg.yordanov@gmail.com>

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>

Светослав Рашев

<rashev@issp.bas.bg>

Ганка Камишева

<gkamish@issp.bas.bg>

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАР

Снежана Йорданова

<upb@phys.uni-sofia.bg>

ВОДЕЩ БРОЯ: Н. Балабанов

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Nashan Ahababjan

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Michael Bushev

Oleg Yordanov

EXECUTIVE SECRETARY

Milen Zamfirov

MEMBERS

Valeri Golev

Georgi Grahovski

Dinko Dinev

Liudmil Vatzkitchev

Nicola Balabanov

Svetoslav Rashev

Ganka Kamisheva

TECHNICAL SECRETARY

Snejana Iordanova

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

1164 София,

Бул. Джеймс Баучер № 5

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,

1164 Sofia

☎ 862 76 60

e-mail: worldofphysics@abv.bg

ПРЕДПЕЧАТНА ПОДГОТОВКА: Д. Денчева

Дадена за печат на 29 август 2011 г.

ПЕЧАТНИЦА „ГИТАВА” — СПОНСОР НА „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА”

бул. Цариградско шосе 72

ISSN: 0861–4210